ROLAND MRUCZEK

**Archeologia architektury Wrocławia. Metody nieinwazyjne w badaniach
nad warsztatem budowlanym przełomu średniowiecza i nowożytności¹**

**Archaeology of Wrocław architecture. Non-invasive methods
in research on the construction workshop of the turn
of the Middle Ages and the early modern period**

Zarys treści. W pracy podjęto próbę prezentacji wrocławskiego warsztatu budowlanego w drugiej połowie XV–początku XVII wieku, widzianego przez pryzmat analiz stratygraficznych oraz studiów nad techniką i technologią budowy w aspekcie chronologicznym, zweryfikowanych badaniami laboratoryjnymi. Zarysowano również europejską genezę strzech budowlanych działających wówczas w stolicy Śląska.

Słowa kluczowe: Wrocław, średniowiecze, nowożytność, archeologia, architektura, warsztat budowlany, analiza zapraw, cegła, analiza statystyczna, rozwarstwienie chronologiczne.

¹ Niniejszy szkic odwołuje się do wyników badań archeologiczno-architektonicznych i studiów nad wrocławskim warsztatem budowlanym, realizowanych w latach 1997–2018 w ramach działalności przedsiębiorstwa Akme – Zdzisław Wiśniewski Sp. z o.o. i Instytutu Historii Architektury, Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej, częściowo zweryfikowanych metodami fizykochemicznymi w latach 2013–2014 przez Laboratorium Technologiczno-Konserwatorskie Politechniki Wrocławskiej w ramach projektu badawczego Narodowego Centrum Nauki Nr UMO-2012/07/B/HS3/01089 pt. „Cmentarz Salvatora – pierwsza nekropola wrocławskich protestantów”, kierowanego przez prof. dr. hab. Krzysztofa Wachowskiego z Instytutu Archeologii Uniwersytetu Wrocławskiego (*Cmentarz Salvatora* 2015). Zagadnienia dotyczące badań architektonicznych i rekonstrukcji kościoła imienia Zbawiciela oraz analiz i studiów wrocławskiego warsztatu budowlanego w drugiej połowie XV–początku XVII wieku opracował zespół pod kierownictwem autora (szczegółowe przedstawienie – por. Guszpit i in. 2010; Majdzik, Małecka, Pasalski 2012; Caban, Mruczek 2014; Gąsior i in. 2014; 2015; Bartz i in. 2015; Caban 2015a; 2015b; Guszpit, Mruczek, Kastek 2015; Mruczek 2015; Mruczek, Caban, Kastek 2015a; 2015b). Szczególne podziękowania za doskonałą współpracę należą się w tym miejscu dr Marii Gąsior, dr Magdalenie Wojcieszak i dr Agnieszce Witkowskiej.

Wstęp

O ile badania wczesnośredniowiecznej architektury i budownictwa Wrocławia były w ostatnich dekadach niemal wyłączną domeną archeologów i historyków architektury, o tyle analizy wybitnych późnośredniowiecznych i nowożytnych wrocławskich dzieł architektonicznych, związanych z miastem komunalnym, tradycyjnie pozostawały w gestii znacznie lepiej do tego przygotowanych pod względem metodologicznym historyków sztuki. Zauważalna w panoramie miasta grupa późnogotyckich budowli mieszczańskich, wyróżniających się bogatym detalem architektonicznym o romanizującej stylistyce oraz znacznie skromniejsza już dziś reprezentacja obiektów renesansowych, przez stosunkowo bogate źródła historyczne i archiwalne, pozwalające na przekonującą atrybucję kluczowych wrocławskich inwestycji przełomu średniowiecza i nowożytności, stały się przedmiotem dogłębnych studiów dotyczących zagadnień warsztatowych (Zlat 1958; 1976; Rozpędowski 1978). Wrocławski boom inwestycyjny ostatniego trzydziestolecia i związane z nim szerokopłaszczyznowe badania archeologiczno-architektoniczne Starego Miasta i Ostrowa Tumskiego przyniosły jednak nowe wyzwania, wobec których wypracowane wcześniej metody badawcze okazywały się mało przydatne. Biegła znajomość istotnych cech warsztatowych elitarnych inwestycji wrocławskich przełomu XV i XVI wieku, imponujących zwłaszcza swoim wystrojem rzeźbiarskim, kompozycją elewacji czy konstrukcją i rysunkiem sklepień, nie dawała możliwości skutecznego zmierzenia się z problematyką znacznie liczniejszych, „peryferyjnych”, zazwyczaj zupełnie anonimowych pod względem wykonawczym, budowli z tego okresu, odkrywanych w stanie szczątkowym w trakcie badań wykopaliskowych. Pokrewieństwo tych ostatnich ze sztandarowymi inwestycjami ze wspomnianego okresu ograniczało się do technologii wykonania partii fundamentowych, murów obwodowych, ścian działowych, zupełnie wyjątkowo – sklepień w zazwyczaj nieekspozowanych pomieszczeniach piwnicznych. To drugie, dotąd słabo rozpoznane i niebudzące większego zainteresowania badaczy oblicze wrocławskiej architektury późnogotyckiej i renesansowej, stało się przedmiotem intensywnych badań archeologicznych, prowadzonych po 1989 roku.

Wrocławski warsztat budowlany przełomu średniowiecza i nowożytności jako przedmiot badań archeologa i historyka architektury

Koncepcja zajęcia się przez archeologów i historyków architektury średniowiecznym wrocławskim warsztatem budowlanym nie jest pomysłem nowym i narodziła się w trakcie badań architektonicznych Starego i Nowego Miasta oraz Ostrowa Tumskiego, prowadzonych od lat 70. XX wieku przez zespoły Jerzego Rozpędowskiego, Edmunda Małachowicza i Czesława Lasoty, badaczy z Wydziału

Architektury Politechniki Wrocławskiej (Chorowska 1994, s. 3–6). Potrzeba odnalezienia lub stworzenia „archeologicznego klucza” do datowania coraz liczniej odkrywanych na terenie miasta budowli schyłku średniowiecza i początku nowożytności niewątpliwie wpłynęła w ostatnich trzech dekadach na ponowne podjęcie tego tematu. Kryteria określania chronologii bezwzględnej reliktyw architektonicznych w oparciu o ich cechy techniczne i technologiczne (Chorowska 1994, s. 50–61), wypracowane w toku wieloletnich analiz stratygraficznych i z powodzeniem stosowane w praktyce terenowej archeologa czy historyka architektury, wymagały – wraz z gwałtownym powiększaniem się bazy źródłowej – aktualnej weryfikacji za pomocą współczesnych metod badań laboratoryjnych. Istotą właściwie skonstruowanego testu badawczego w tym konkretnym przypadku było maksymalne wykorzystanie danych płynących z samej analizy stratygraficznej reliktyw oraz możliwie precyzyjne ich datowanie bezwzględne, bez konieczności włączania do katalogu już na wstępie wszystkich istotnych dla sztuki Wrocławia obiektów, których chronologia – bez przeprowadzenia szczegółowych badań – mogłaby budzić wątpliwości (Mruczek 2015). Ponadto, obok pytania o charakter samych zmian, dla badacza terenowego równie istotna stała się praktyczna kwestia, na ile ustalenia takie mogą być przydatne dla datowania budowli badanych w przyszłości. Dlatego też wybór padł jedynie na obiekty relatywnie dobrze oświetlone źródłami historycznymi i archiwalnymi, względnie datowane dendrochronologicznie, o stosunkowo nieskomplikowanej historii budowlanej, których interesujące nas partie były łatwe do jednoznacznej i nie budzącej żadnych wątpliwości identyfikacji. Brakowało jednak „obiekty przewodniego”, którego analiza stratygraficzna w postaci tzw. rozwarstwienia chronologicznego pozwoliłaby na zarejestrowanie wystarczająco długiej sekwencji przemian architektonicznych w interesującym nas czasie, w którym następowała szybka ewolucja techniki i technologii budowy, charakterystyczna dla przełomu średniowiecza i nowożytności. Idealnym kandydatem do badań warsztatowych byłby obiekt wzniesiony u schyłku średniowiecza, podlegający intensywnym przebudowom, obejmującym dwa kolejne stulecia, który uniknął jednocześnie istotnych późniejszych przekształceń².

Sposobność do kolejnego kroku w kierunku rozwiązania tego zagadnienia pojawiła się w 2006 roku, w trakcie badań archeologiczno-antropologicznych pierwszego wrocławskiego cmentarza protestanckiego na dawnym Wygonie Świdnickim (niem. *Schweidnitzer Anger*) we Wrocławiu³. Zostały tam odkryte pozostałości ceglanych partii fundamentowych nieistniejącego, szkieletowego

² Funkcji takiej nie mógł spełnić, typowany pierwotnie do tej roli, Ratusz wrocławski. Wynikało to nie tylko ze złożoności jego przemian architektonicznych w okresie nowożytnym, ale przede wszystkim z rozległości późniejszych, w tym współczesnych, ingerencji konserwatorskich oraz mocno ograniczonej dostępności obiektu.

³ Prace archeologiczno-architektoniczno-antropologiczne w obrębie inwestycji związanej z przebudową i rozbudową Centrum Handlowego „Renoma” – dawny „Wertheim” – przy ulicy Czystej 1, 3, Placu Czystym 2–6, a także części Placu Czystego we Wrocławiu przeprowadziło w latach 2005–2007 przedsiębiorstwo Akme – Zdzisław Wiśniewski Sp. z o.o. (*Cmentarz Salwatora* 2015).

kościół Imienia Salwatora. Odsłonięte relikty – po rozwarstwieniu chronologicznym – pozwoliły na podjęcie próby rekonstrukcji przestrzennej tej nieco zapomnianej świątyni, podlegającej dość skomplikowanym przemianom architektonicznym od powstania w latach 1561–1568 po zniszczenie w 1854 roku (Guszpit i in. 2010; Guszpit, Mruczek, Kastek 2015; Caban 2015). Cechy techniczne i technologiczne odkrytych w trakcie badań partii fundamentowych dawnego kościoła imienia Zbawiciela, analogiczne do najważniejszych wrocławskich budowli wzniesionych w XVI–XVIII wieku oraz relatywnie dokładne rozwarstwienie chronologiczne, przy bardzo precyzyjnym datowaniu poszczególnych faz budowlanych z wykorzystaniem źródeł historycznych (Wojtucki 2015), dawały wyjątkową szansę na zarejestrowanie w niezakłóconej postaci kluczowych dla Wrocławia korelacji techniczno- i technologiczno-chronologicznych. Następnym krokiem było określenie takich zależności dla grupy wybranych, ściśle datowanych wrocławskich realizacji architektonicznych tamtego okresu, co dawało już możliwość dość dokładnego wnikięcia w chronologię i tajniki przemian warsztatowych, obejmujących pięćdziesięcioletni okres w rozwoju architektury miasta, zwłaszcza słabo jeszcze rozpoznanych dla drugiej połowy XVI i pierwszej ćwierci XVII wieku.

Możliwość przeprowadzenia dalszych badań i poszerzenia studiów nad wrocławskim warsztatem budowlanym przełomu średniowiecza i nowożytności, w tym zaawansowanych analiz laboratoryjnych i statystycznych cegieł z interesujących nas obiektów, pojawiła się w trakcie realizacji wspomnianego już projektu badawczego NCN (*Cmentarz Salwatora* 2015). Skupiono się ostatecznie na latach 1459–1610, wyznaczonych, poświadczonych w źródłach, istotnymi inwestycjami miasta komunalnego, poddanych następnie badaniom i analizom (Mruczek 2015). Okres ten koresponduje z chronologią kluczowych przemian umocnień miejskich Wrocławia, obejmujących budowę fortyfikacji bastionowych po burzliwych wydarzeniach lat 1474 i 1526–1529 oraz początki fortyfikacji bastionowych na przełomie XVI i XVII wieku, w przededniu wojny trzydziestoletniej (Badura i in. 2010). W sensie stylistycznym zawiera dzieła powstające w okresie późnego gotyku i protorenesansu oraz wczesnego i późnego renesansu wrocławskiego (Zlat 1967a; 1967b; Kwaśniewski 1995; Rozpędowski 1978; Torbus 2006). Z punktu widzenia dotychczasowych ustaleń dotyczących techniki i technologii budowy we Wrocławiu, zaprezentowanych przez Małgorzatę Chorowską (1994, s. 5–6; por. też *Wrocław* 1978), odpowiada on z kolei schyłkowi II fazy w rozwoju średniowiecznej kamienicy mieszczańskiej (około 1300 do 1475 roku), obejmuje w całości fazę III (około 1475 do 1526 roku) oraz następujące po niej zjawiska związane z przemianami renesansowego warsztatu budowlanego, prowadzącymi w efekcie do zaniku średniowiecznych cech technologicznych, zwłaszcza wątku jednowozówkowego oraz murów stawianych w technice *opus emplectum* na rzecz wątku niderlandzkiego i murów litych. We Wrocławiu tę bardzo wyraźną zmianę datowano dotychczas na około połowę XVI wieku. Z punktu widzenia archeologów i historyków architektury był to okres technicznie i technologicznie bardzo charakterystyczny. Szczególną

uwagę badaczy zwracały od początku przemiany receptury zapraw murarskich, objawiające się nie tylko większą zawartością wapna i odmiennym sposobem jego przygotowania, ale również wyraźną obecnością bardzo charakterystycznych dla lokalnego środowiska budowlanego domieszek mineralnych. Czesław Lasota zmiany te wiązał z wrocławską architekturą wczesnorenansową, a także z wpływem działających nieco wcześniej warsztatów dokonujących modernizacji fortyfikacji miejskich, co czyniłoby z nich obiektywnie zauważalny oraz potencjalnie bardzo istotny i przydatny w praktyce terenowej datownik. O wyjątkowości warsztatowej Wrocławia w opisywanym czasie przekonywały wyniki prowadzonych równolegle szerokopłaszczyznowych badań archeologicznych innych istotnych ośrodków miejskich na Śląsku, zwłaszcza odbudowywanego po zniszczeniach wojennych Głogowa, w którym odróżnienie realizacji późnogotyckich i renesansowych metodą tradycyjnych analiz techniczno-technologicznych – przy „długim trwaniu” cech warsztatowych w drugiej połowie XV i XVI wieku – sprawiało problemy (Mruczek, Stefanowicz 2007; Mruczek 2010). Przypadająca na interesujący nas okres wrocławska działalność wielu wybitnych architektów i rzeźbiarzy, zwłaszcza Hansa Bertholda, Petera Franczke, Bertolda Pole, Bricciusa Gauske, Jodoka Tauchena, Vinzentiusa de Parmentany i Wendela Roskopfa – wiązanych głównie z architekturą municypalną i sakralną oraz Mikołaja Tinczmanna, Gremila Młodszeo, Hansa von Redlingena, Gregora Mangmeistera, Adama Fiebiga, Lorensa Guntera, Johanna Tscherte, Hieronima Archonatiego, Jakuba Parra, Bernarda Niurona, Muntiga z Groningen, Fryderyka Grossa i Hansa Schneidera von Lindau, w końcu Walentego Saebischa – odpowiadających między innymi za kolejne modernizacje fortyfikacji miejskich, niezmiennie intrygowała badaczy, zmuszając do zadawania pytań o atrybucję najwybitniejszych dzieł architektonicznych i fortyfikatorskich tamtych czasów⁴. Mimo niewątpliwych sukcesów takich dociekań, nowych perspektyw z pewnością należałoby poszukiwać w czysto technicznych badaniach warsztatu kamieniarskiego, zwłaszcza samej manieri wykonawczej, widzianej również przez pryzmat analiz narzędziowych⁵.

Kolejny krok widzielibyśmy w pogłębieniu badań warsztatu budowlanego. Z naszej perspektywy znacznie ważniejsze zatem wydaje się dziś pytanie o odrębność technologiczną zatrudnianych przez wyżej wymienionych architektów i rzeźbiarzy lub z nimi związanych ekip budowlanych. Wiadomo skądinąd, że sprawność warsztatowa i dokonania mistrzów włoskich budziły podziw albo wręcz zazdrość przedstawicieli lokalnych strzech budowlanych (Kwaśniewski 1995, s. 119, przypis 40), a efekty pracy budowniczych stawiających nowożytne fortyfikacje miejskie wpłynęły na ich zatrudnianie przy licznych komunalnych i prywatnych inwestycjach mieszczan. Prawdopodobnie za sukcesem wymienionych ekip stać mogła

⁴ Krytycznie do dawnych ustaleń odnosi się między innymi Klara Kaczmarek-Lów w swojej analizie warsztatu Wendela Roskopfa, częściowo dotyczącej jego wrocławskiej działalności (Kaczmarek-Lów 2010).

⁵ To nowe podejście zobaczyć można w pracy Patryka Chudzika (2015, s. 29–38).

nie tylko większa biegłość w sztuce budowlanej i lepsza organizacja pracy, ale również nowinki w dziedzinie stosowanej receptury zapraw murarskich. I w tym przypadku nowe perspektywy badawcze otworzyły analizy laboratoryjne spoiw użytych do wzniesienia świątyni Imienia Salvatora i sztandarowych wrocławskich inwestycji budowlanych z lat 1459–1610.

Szansą na postęp prac – zwłaszcza korelację chronologiczną i warsztatową kluczowych budowli wrocławskich – okazały się statystyczne badania wymiarów cegieł zabytkowych, pozyskanych z wyżej wymienionych obiektów, przeprowadzone zaprezentowaną w innym miejscu, eksperymentalną metodą autorstwa Mariusza Cabana, nawiązującą do dokonań łódzkich badaczy – Marii Żemigały i Tadeusza Poklewskiego (Żemigała 2008; Caban 2015a; Chorowska, Caban 2015). Analizy te stały się możliwe dzięki rozwijającym się dynamicznie inwestycjom budowlanym na terenie Wrocławia i prowadzonym w ich obrębie badaniom archeologiczno-architektonicznym⁶. Największym wyzwaniem w tej dziedzinie, a także ostateczną zachętą do ponownego podjęcia tematu były badania południowego pasa obwarowań i fortyfikacji miejskich na wrocławskim Placu Wolności w latach 2007–2015. Nieznane dotąd szczegóły techniczne i technologiczne *architektury militaris* przełomu XV i XVI wieku skupiły uwagę badaczy także na poszukiwaniach domniemanego tła europejskiego, sięgającego ważnych centrów miejskich południowych Niemiec, Niderlandów czy Italii (Badura i in. 2010; Konczewski, Mruczek, Piekalski 2010; Mruczek, Stefanowicz 2010; Kastek, Mruczek 2016). Niniejsze opracowanie poświęcono nowszemu studium dotyczącemu wrocławskiego warsztatu budowlanego, widzianego tym razem przez pryzmat badań nieinwazyjnych, zwłaszcza przemian zapraw murarskich, analiz wątków murów, spoin i badań statystycznych materiału ceglanego, zamieszczając ich najistotniejsze wyniki i kreśląc perspektywy badawcze na przyszłość.

Zmienność cech warsztatowych a chronologia w świetle dotychczasowych badań

W trakcie badań architektoniczno-archeologicznych, prowadzonych dotychczas we Wrocławiu, wyróżniono zespół cech charakterystycznych dla warsztatów pracujących u schyłku średniowiecza i na początku nowożytności. Składały się nań mury ceglane, wznoszone w technice *opus emplectum*, w wątku jednowozówkowym (gotyckim, polskim), spajane silnie wiążącymi zaprawami barwy kremowej i szarej, z dodatkiem licznych grud węgla wapnia. Cegły licowe wyróżniały się jednolitym, utleniającym wypałem. Format cegieł podlegał wyraźnym zmianom w stosunku do XIV wieku, przy zauważalnej tendencji do obniżania ich wysokości

⁶ Szczegółowy wykaz badań archeologiczno-architektonicznych, prowadzonych przez przedsiębiorstwo Akme – Zdzisław Wiśniewski Sp. z o.o., zamieszczono na stronie www.akme.pl.

i wydłużania; spoiny wykonywano jako płaskie, rozarte na krawędziach⁷. Murom towarzyszył detal architektoniczny o cechach późnogotyckich. Małgorzata Chorowska wydzieliła ten zespół cech na przykładzie wrocławskich kamienic mieszczańskich i przyporządkowała do III fazy ich rozwoju, datowanej na ostatnią ćwierć XV i pierwszą połowę XVI wieku (lata 1475–1525) (Chorowska 1994, s. 6). Jak przypuszczano, zmiany te mogły być spowodowane burzliwymi wydarzeniami roku 1474, kiedy miało miejsce polsko-czeskie oblężenie Wrocławia, połączone z ostrzałem artyleryjskim, w związku z walkami o sukcesję po Jerzym z Podiebradow; wówczas miasto opowiedziało się po stronie Macieja Korwina. Zniszczenia stały się powodem podjęcia decyzji o modernizacji obwarowań miejskich. Pierwsza, dotycząca jej, istotna wzmianka pochodzi już z 1479 roku, kiedy przed Bramą Mikołajską II wzniesiono obronny taras flankowany bastcjami; wykonawcami tych prac byli Mikołaj Tinczmann i Gremil Młodszy (Bimler 1940, s. 23; Rozpędowski 1975, s. 140). W grupie wrocławskich budowli monumentalnych podobne cechy techniczne i technologiczne występowały już nieco wcześniej. Znamy je choćby z murów spichlerza miejskiego z 1459 roku (obecnie w obrębie Arsenału Mikołajskiego), kościoła Bernardynów pw. św. Bernardyna ze Sieny (lata 1463–1502), w którym początkowo działał warsztat mistrza Hansa Bertolda czy kościoła pw. św. Barbary, w którym korpus z wieżą i zakrystią był wspólnym dziełem Hansa Bertholda i Petera Franczke (lata 1456, 1465 i 1475; ryc. 1: a, b, ryc. 2: a). Dlatego na potrzeby naszej pracy dolną cezurę badawczą postawiono nieco wcześniej, około połowy XV wieku. Poszukując górnej cezurę zauważamy, że już w latach 1521–1528 dokonał się we Wrocławiu tzw. przełom renesansowy, rozpoczęty budową kamienicy „Pod Złotą Koroną” według projektu Włocha, Vinzentiusa de Parmentany (Zlat 1967a; Rozpędowski 1978; Kwaśniewski 1995, s. 119; Torbus 2006). Renesans wrocławski ograniczał się jednak w wielu przypadkach do efektownej przebudowy elewacji w ciągle jeszcze gotyckich, pod względem rozwiązań przestrzenno-funkcjonalnych, domach mieszczańskich (Kwaśniewski 1995, *passim*; Torbus 2006, s. 36–43). Intrygujące badaczy zmiany zaistniały wówczas w dziedzinie techniki i technologii budowy. Przede wszystkim dają się zauważyć bardzo twarde zaprawy o barwach od szarej do niemal białej, z widoczną w analizie makroskopowej domieszką prażonego kruszywa granitowego lub bazaltowego. Wątek gotycki, wysoka cegła tzw. palcówka, zendrówki w roli sięgaczy i technika *opus emplectum* przeżywały się jednak jeszcze bardzo długo (Chorowska 1994, *passim*; Piekalski, Wachowski 2010, s. 342–343). Dotąd cezurę zmiany wstępu wskazywano około 1550 roku. W świetle

⁷ Interesujący preparat do badań nad chronologią spoinowania późnośredniowiecznych murów ceglanych pozyskano w 2006 roku, w trakcie badań gotyckiej wieży mieszkalnej kapituły świętokrzyskiej przy Placu Kościelnym 1 na Ostrowie Tumskim. We fragmencie muru, datowanego dendrochronologicznie na 1354 rok, zarejestrowano lico wewnętrzne w wstępie jednowozówkowym pod tynk lub wyprawę w konstrukcji szkieletowej, częściowo zaopatrzone w spoinę z rysą, w większych partiach jednak rozartą na krawędziach cegieł.

Ryc. 1. Wrocław, Stare Miasto: a – Arsenal Mikołajski (lata 1459–1578), tzw. spichlerz miejski (1459 rok–przed 1463 rokiem); widok od południowego wschodu; b – Słodownia „Pańska” (1565 rok); widok od południowego zachodu; c – kościół pw. św. Barbary (lata 1456, 1465 i 1475 – korpus z wieżą i zakrystią autorstwa Hansa Bertholda i Petera Franczke; widok od południa (fot. R. Mruczek)

Fig. 1. Wrocław, Old Town: a – St Nicolas’ Arsenal (1459–1578), so-called city granary (1459 – before 1463), view from the southeast; b – Malt-house ‘Pańska’ (1565), view from the southwest; c – St Barbara’s church (1456, 1465 and 1475 – body with a tower and vestry by Hans Berthold and Peter Franczke; view from the south (photo by R. Mruczek)

badan kościoła Imienia Salwatora wydaje się, że nastąpiło to później – między 1561 a 1610 rokiem. Przeprowadzone niedawno badania murów Bastionu Piaskowego, wznoszonego w latach 1588–1600, również zbudowanego jeszcze w wątku jednowozówkowym czy Bastionu Ceglarskiego, datowanego na lata 1585–1600, pozwalają przesunąć moment zmiany wiązania, a co za tym idzie zanik techniki *opus emplectum* na rzecz murów litych, na czas około 1600 roku. Niewykluczone, że ta innowacja pozostaje w związku z przybyciem do Wrocławia szwajcarskiego (bawarskiego?) architekta Hansa Schneidera von Lindau, znanego z wybitnych, późnorennesansowych realizacji architektonicznych w Gdańsku, zatrudnionego przez radę miejską w 1591 roku w charakterze fortyfikatora i budowniczego miejskiego, już od 1585 roku projektującego wrocławskie fortyfikacje miejskie w systemie nowowłoskim, choć – jak widać – nie nastąpiło to od razu. Bardzo

Ryc. 2. Wrocław, Nowe Miasto: a – kościół Bernardynów pw. św. Bernardyna ze Sieny (lata 1463–1502 z udziałem w latach 1463–1466 warsztatu Hansa Bertholda); widok od południa; b–d – basteja Hioba (przed 1486 rokiem), prawdopodobnie dzieło warsztatu Hansa Bertholda; widok od wschodu, południowego wschodu i południowego zachodu; e – wschodni pas obwarowań i fortyfikacji Starego i Nowego Miasta na planie B. i B. Weinerów z 1562 roku (a–d – fot. R. Mruczek; e – *Atlas* 2017)

Fig. 2. Wrocław, New Town: a – Bernardine church of St Bernardine of Siena (1463–1502 with the participation of Hans Berthold's workshop in the years 1463–1466); view from the south; b – d – the Job's roundel (before 1486), probably the work of Hans Berthold's workshop, view from the east, southeast and southwest; e – eastern belt of fortifications of the Old and New Town on the plan by B. and B. Weiners from 1562 (a–d – photo by R. Mruczek; e – *Atlas* 2017)

twarde zaprawy barwy niemal białej, pozyskane z konstrukcji bastionów, nie ujawniają już obowiązującej wcześniej domieszki węgla wapnia w postaci grudek i przypominają pod tym względem raczej zaprawy XIX-wieczne. Drugim inicjatorem dokonującej się w tym samym czasie „mannerystycznej rewolucji” w samym Wrocławiu był saski architekt, również powiązany z Gdańskiem, od 1569 roku kierownik największego wrocławskiego warsztatu rzeźbiarskiego, od 1586 roku architekt miejski – Fryderyk Gross. W latach 1587–1589, według jego projektu, sygnowanego razem z niderlandzkim rzeźbiarzem, przybyłym także z Gdańska około 1586 roku, Gerhardem Hendrikiem, powstała słynna kamienica mieszczańska „Pod Gryfami” przy Rynku nr 2. Interesujący nas okres zamyka wrocławska działalność Walentego Saebischa, przypadająca na czas poprzedzający wojnę trzydziestoletnią, przynosząca zapowiedź baroku.

Cel badań

Podstawowym celem badań było stworzenie współczesnego archeologicznego klucza do datowania architektury wrocławskiej w drodze analiz techniczno-technologicznych, stratygraficznych i archiwalnych oraz weryfikacja dotychczasowych ustaleń za pomocą metod fizykochemicznych. Na podstawie praktyki terenowej wrocławskich archeologów i historyków architektury, stworzono kwestionariusz badawczy dotyczący zagadnień technicznych i technologicznych. Podstawowe problemy wrocławskiego warsztatu budowlanego w XV i XVI wieku zamknięto wówczas w dwunastu pytaniach (Mruczek 2015, s. 193–194). Pierwsze z nich dotyczyły potencjalnych cezur chronologiczno-technologicznych; kolejne – szczegółowych już kwestii warsztatowych. Z punktu widzenia klasycznego wykładu z historii sztuki śląskiej, a także dziejów wrocławskiej *architektury militaris*, uzasadnione wydawało się pytanie czy w świetle badań spoiw murarskich i zabytkowego materiału ceglanego rzeczywiście uchwytne jest cezura lat około 1450 lub około 1470, a zwłaszcza związana z rozległymi pracami fortyfikacyjnymi po oblężeniu miasta w 1474 roku i obecnością nowych warsztatów budowlanych (1479 rok – Mikołaj Tinczmann i Gremil Młodszy). Należało zastanowić się co zmienił w tej kwestii tzw. przełom renesansowy – czy zauważalna jest kolejna cezura lat około 1525 do 1575, odnosząca się do obecności w mieście nowych, północnowłoskich warsztatów budowlanych, zrzeszających komasków, znanych głównie z realizacji prywatnych zamówień mieszczaństwa. Rozważano też czy w badanym materiale dostrzegalny jest przełom lat około 1526 do 1529, związany z tzw. trwogą turecką i działalnością w mieście nowych, południowoniemieckich warsztatów budowlanych prowadzących gruntowne modernizacje fortyfikacji Wrocławia (lata 1529–1530 – Hans von Redlingen; 1530 rok – Gregor Mangmeister). W końcu zastanawiano się czy obiektywnie zauważalna jest cezura

lat około 1580–1585 do 1600, którą należy łączyć z pospiesznymi pracami przy fortyfikacjach bastionowych; zwłaszcza z obecnością we Wrocławiu dwóch kolejnych architektów miejskich: Fryderyka Grossa (lata 1586–1589) i Hansa Schneidera von Lindau (lata 1591–1606), powiązanych z Gdańskiem i architekturą późnorenansową o genezie niderlandzkiej. Niemniej interesująca wydawała się kwestia różnic technologicznych spoiw murarskich w stosunku do okresu wczesno- i późnośredniowiecznego, zwłaszcza w kontekście prowadzonych równolegle badań wrocławskiego zamku na Ostrowie Tumskim⁸ (datowanego w świetle nowszych badań na lata po 1166 do 1290). Z punktu widzenia metodologii najbardziej frapujące wydawało się jednak pytanie czy różnice technologiczne prób zapraw wrocławskich z lat 1459–1600 mają charakter jakościowy i są na tyle dobrym wyznacznikiem, że mogą być przydatne w precyzyjnym datowaniu obiektów, do których brakuje materiałów archiwalnych. Ta podstawowa kwestia pociągnęła za sobą serię szczegółowych pytań. Nawijając do spostrzeżeń Cz. Lasoty należało sprawdzić czy w recepturze zapraw wrocławskich występują charakterystyczne domieszki, zwłaszcza prażone kruszywa granitowe lub bazaltowe i jaką rolę pełniły. Badacze fortyfikacji Wrocławia chcieli dowiedzieć się czy na podstawie badań laboratoryjnych można stwierdzić jakieś szczególne wymagania wobec zastosowanych wypełniaczy, czy też stosowano materiał dostępny w bezpośrednim sąsiedztwie placu budowy, względnie z jakiej największej odległości materiał ten przywożono. Z pewnością interesujące było też potwierdzenie w analizowanym materiale tezy o doświadczeniu warsztatów w działaniu na terenach trudnych, podmokłych, o zróżnicowanej nośności, zwłaszcza dawnych koryt rzecznych i fos; rozważano czy wprowadzano wówczas zaprawy hydrauliczne i jaka była ich geneza. Na podstawie przedstawionych do analiz próbek zapraw oceniano co można powiedzieć o sposobie przygotowania wapna i ewentualnych jego zmianach oraz czy w świetle analiz laboratoryjnych zasadny jest dotychczasowy podział na zaprawy o cechach średniowiecznych, wykonane na bazie niedokalcynowanego wapna (charakterystyczne grudki) i nowożytnych – z wapna pylistego. Zastanawiano się czy spodziewana cezura lat około 1580 do 1600 rzeczywiście przynosi rewolucyjne zmiany w sposobie przygotowania wapna lub samej zaprawy. Biorąc pod uwagę doświadczenia płynące z badań innych miast śląskich należało w końcu zapytać czy można mówić o jakiejś lokalnej specyfice warsztatowej Wrocławia u schyłku średniowiecza i w początkach nowożytności i jak wygląda to zagadnienie na tle badań w innych miastach zachodniej i środkowowschodniej Europy. Planując w przyszłości kolejne badania istotne będzie wskazanie zespołu cech, które należałoby brać pod uwagę przy określaniu specyfiki warsztatowej.

⁸ Badania zespołu Prof. M. Chorowskiej w ramach projektu pt. „Początki zamków na Dolnym Śląsku w świetle badań nad chronologią warsztatu budowlanego (cegła, kamień, zaprawa)”.

Metody badań

Brak obiektywnego i powszechnie akceptowanego przez przedstawicieli innych dyscyplin aparatu naukowego do prowadzenia analizy stratygraficznej w archeologii, zwłaszcza tzw. rozwarstwienia chronologicznego obiektów architektonicznych oraz pozostawienie całego ciężaru odpowiedzialności za jego poprawność na osobie prowadzącej badania, skutkowało często niewielką wiarygodnością wyników analiz, zależną w praktyce od doświadczenia terenowego, a w powszechnym odbiorze zwłaszcza od autorytetu badacza w środowisku naukowym. Jeszcze większy problem stanowiło odniesienie prawidłowo nawet wykonanego rozwarstwienia chronologicznego – pozwalającego określić wyłącznie datowanie względne przemian architektonicznych danego obiektu – do jego datowania bezwzględnego. Te i inne słabe strony metody archeologiczno-architektonicznej wymagały z pewnością zwrócenia się ku naukom ścisłym.

Analizy laboratoryjne zapraw murarskich. Mimo ogromnego rozmachu badań nad wrocławską architekturą średniowieczną i nowożytną analizy laboratoryjne zapraw murarskich nie stanowiły dotąd istotnego aspektu badawczego. Umiejętność rozróżniania i datowania spoiw w budowlach zabytkowych pozostawała elementem warsztatu historyka architektury, który nie wymagał w powszechnym odbiorze dalszej weryfikacji. Nigdy nie stała się również obiektem badań archeologów. Zatem już na wstępie pojawił się podstawowy problem w braku odpowiedniego lokalnego tła porównawczego, które należałoby dopiero naprędce stworzyć. Stosunkowo duża dziś baza historycznych spoiw budowlanych z terenu Polski, przy wyraźnie widocznej specyfice warsztatowej Wrocławia, nie mogła tej luki w sposób zadowalający wypełnić. Nie taki był również podstawowy cel projektu badawczego, który miał w zamierzeniu najpierw uporządkować kwestie techniczno- i technologiczno-chronologiczne w stolicy Śląska. Koniecznością stało się przygotowanie właściwego dla Wrocławia poligonu badawczego. Zaproponowana i ostatecznie przyjęta metoda badawcza opierała się na pobraniu próbek zapraw wyłącznie z precyzyjnie datowanych partii obiektów, celem stworzenia pierwszego, podstawowego schematu technologiczno-chronologicznego (Mruczek 2015, s. 194–196). Perspektywa taka pojawiła się wraz z powstaniem Laboratorium Technologiczno-Konserwatorskiego na Wydziale Architektury Politechniki Wrocławskiej. Dla pobranych próbek zapraw zaplanowano analizy petrograficzne, termiczne, SEM-EDS, XRD, granulometryczne, chemiczne, AAS oraz AES⁹. Z przyczyn metodologicznych zrezygnowano z przeprowadzenia

⁹ Badania laboratoryjne zrealizował w latach 2013–2014 zespół pod kierownictwem dr Marii Gąsior z Katedry Historii Architektury, Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej, we współpracy z dr. Wojciechem Bartzem z Instytutu Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego (Gąsior i in. 2014; 2015; Laboratorium 2014).

badan ^{14}C zapraw, które – ze względu na niewystarczającą precyzję oznaczeń – nie mogłyby stanowić wiarygodnej weryfikacji datowania ustalonego metodą historyczno-archiwalną i dendrochronologiczną dla stosunkowo wąskiego przedziału czasowego. Istotnym ograniczeniem w doborze próbek okazała się dostępność niektórych obiektów zabytkowych bądź interesujących nas ich partii, związana głównie z przeprowadzonymi w ostatnich latach pracami remontowymi czy konserwatorskimi, wykluczającymi ingerencję w strukturę murów.

Badania statystyczne cegieł. Mające już długą tradycję analizy statystyczne cegieł historycznych ze Śląska czy z samego Wrocławia nie przynosiły spektakularnych ustaleń chronologicznych (Bimler 1940; Tomaszewski 1954; Rudkowski 1955; Gruszecki 1965). Kryteria datowania wyłącznie na podstawie formatu cegieł były bowiem bardzo zawodne i w praktyce brano pod uwagę szereg innych czynników (Chorowska 1994, *passim*). W ostatnich latach część badaczy rejestrowała już tylko graniczne wartości ich wymiarów dla danej fazy budowlanej, nie poświęcając tej kwestii należytej uwagi. Ponowne podjęcie tego zagadnienia było możliwe przy zastosowaniu metody autorstwa M. Cabana, odwołującej się do dokonań M. Żemigały i T. Poklewskiego (Żemigała 2008; Caban 2015; Chorowska, Caban, Bartz 2015). Istotnym *novum* w stosunku do metodologii badań archeologów łódzkich było wprowadzenie pomiarów parowanych, czyli mierzenia długości bądź szerokości cegły zawsze z jej wysokością. Dawało to możliwość prezentacji wyników badań w formie ilościowego wykresu rozrzutu dla dwóch zmiennych – szerokości lub długości wraz z wysokością. Analizę serii pomiarowych prowadzono przez graficzną interpretację korelacji przy stałych przedziałach wysokości, szerokości i długości na osiach wykresu. Kolejną innowacją graficzną M. Cabana było zastosowanie tzw. wykresów radarowych. W analizach porównawczych autor przyjął cztery przedziały podobieństwa: istotne, częściowe, przypadkowe oraz zupełny brak korelacji. Istotne podobieństwo to całkowite pokrycie się wykresów rozrzutu, czyli identyczne wymiary cegieł. W przypadku częściowego podobieństwa występują różnice jednego z wymiarów cegły przy istotnym podobieństwie pozostałych. Przypadkowe podobieństwo wskazuje na nieistotne i fragmentaryczne korelacje wykresów. Brak podobieństwa świadczy o pełnej rozbieżności analizowanych serii, czyli o użyciu zupełnie różnych formatów cegieł. Kolejna innowacja dotyczyła liczebności badanego zespołu; za jedną, pełną serię pomiarową M. Caban przyjął 100 wymiarów długości (wozówek) oraz 80 wymiarów szerokości (główek) wraz z wysokościami (łącznie 180 wysokości). Pomiaru na potrzeby projektu badawczego wykonano z użyciem suwmiarek cyfrowych z elektronicznym odczytem danych.

Zaproponowane w projekcie metody analizy materiału budowlanego wymagają w praktyce systematycznego gromadzenia od podstaw właściwej bazy źródłowej, co jest zadaniem na kolejne dekady. W dłuższej perspektywie badawczej umożliwią jednak stworzenie swego rodzaju klucza do datowania murów zabytkowych na

podstawie zarówno cech dotąd dokumentowanych – wątku, spoin, formatu cegieł i receptury zapraw – jak i cech niemożliwych do przeanalizowania bez badań laboratoryjnych i zastosowania metod statystycznych.

Katalog badanych obiektów

W doborze obiektów zabytkowych do badań warsztatowych kierowano się przede wszystkim możliwie precyzyjnym datowaniem źródłowym, archiwalnym lub dendrochronologicznym oraz niebudzącą wątpliwości identyfikacją przeznaczonych do analiz partii obiektów, dokonaną metodą badań stratygraficznych. W katalogu starano się jednocześnie umieścić – niezależnie od ich rangi – obiekty wzniesione z użyciem wszystkich receptur zapraw wydzielonych w toku analiz makroskopowych po 1989 roku. Istotnym czynnikiem była również dostępność interesujących nas budowli. Ostatecznie wybór padł na 14 inwestycji o zróżnicowanej randze z terenu Starego i Nowego Miasta we Wrocławiu, zrealizowanych między 1459 a 1610 rokiem, zaprezentowanych skrótowo poniżej.

1. Arsenał Mikołajski (Miejski) przy ulicy A. Cieszyńskiego 9 na Starym Mieście (niem. *Burgwall*; *Burgfeld*; ryc. 1: a), zbudowany w kilku fazach w latach około 1459 do 1578, w miejscu starszej budowli uważanej obecnie za nieukończony, trzeci zamek wrocławski, przypisywany Henrykowi IV Probusowi (lata 1278–1290) (Bukowski 1974; Burak 2003; Mruczek, Caban, Kastek 2015a; Kmiecik, Szwed w druku). W latach od około 1299 do 1358 dobudowano do niego zewnętrzny obwód średniowiecznych murów obronnych miasta, który stanowił z kolei początek murów magistralnych czworoboku zabudowań Arsenału. Pobranie prób zapraw możliwe było tylko w przypadku skrzydła południowego – o pierwotnej funkcji spichlerza miejskiego – zrealizowanego w stosunkowo krótkim czasie około 1459 roku (1459–przed 1463 rokiem) (próba S14). Ze ściany obwodowej południowej, z partii licowej zewnętrznej, pozyskano jedną serię pomiarową cegieł.

2. Kościół Bernardynów pw. św. Bernardyna ze Sieny z terenu Nowego Miasta (ryc. 2: a) – ostatnia duża inwestycja sakralna mieszczaństwa w średniowiecznym Wrocławiu, wzniesiona etapami w latach 1463–1502, na niestabilnym, grząskim terenie dawnego koryta rzecznego (Schmeidler 1853; Małachowicz 1974; 1985). Kamień węgielny pod budowę świątyni położono 23 maja 1463 roku. W początkowym okresie budowy, w latach 1463–1466, działał tu warsztat Hansa Bertholda (Kostowski 1997, s. 63). Z lat 1466 i 1468 pochodzą rachunki za prace budowlane, pierwszy wystawiony został przez mistrza Hannosa, utożsamianego obecnie z Hansem Bertholdem. Ważną cezurę chronologiczną dla procesu budowlanego stanowiło zawalenie się w grudniu 1491 roku pierwotnych sklepień prezbiterium, zauważalne w analizie stratygraficznej i odnotowane w źródłach. Po tej katastrofie założono obecnie istniejące sklepienia gwiaździste. Konsekracja świątyni miała

miejsce 4 września 1502 roku (Lutsch 1886, s. 72; Burgemeister, Grundmann 1933, s. 176). Na podstawie analizy stratygraficznej E. Małachowicza stwierdzono że z lat 1463–1466 pochodzą mury prezbiterium do wysokości zaledwie parapetów okiennych, fundamenty murów obwodowych korpusu i wyższe ich partie w części północnej – do wysokości parapetów – oraz części ścian: zachodniej i wschodniej z filarami przyściennymi, bez filarów międzynawowych (Małachowicz 1985, s. 13). Do badań wyznaczono kilka stref. Jedną z nich były górne partie murów obwodowych prezbiterium ponad obecnymi sklepieniami; zaprawy pobrano z pierwotnej pachy sklepiennej (próba S6). Prace budowlane związane z prezbiterium datować można na lata 1463–1466 lub szerzej – 1463–przed 1491 rokiem. Pozyskano stąd dwie serie pomiarowe cegieł: ze ściany obwodowej południowej oraz północnej, z ich partii licowych wewnętrznych, ponad obecnymi sklepieniami – z pierwotnej pachy sklepiennej. Kolejnym miejscem pobrania prób zapraw były górne partie murów obwodowych korpusu ponad obecnymi sklepieniami – gniazdo belki (próba S7). Prace budowlane miały miejsce w latach 1463–1502 lub 1466–1502, bliżej drugiej z dat. Pozyskano stąd kolejne dwie serie pomiarowe cegieł: ze ściany obwodowej południowej i północnej z ich partii licowych wewnętrznych, ponad obecnymi sklepieniami. Trzecią wyznaczoną do badań strefą były górne partie murów obwodowych wieży, zaprawy pobrano z lica zewnętrznego (próba S8). Prace budowlane datować można na lata 1466 lub szerzej: 1463–przed 1502, bliżej drugiej z dat. Kolejne próby pobrano z dolnych partii ściany szczytowej (zachodniej) korpusu. Prace budowlane trwały zapewne w latach 1463–przed 1502 rokiem lub 1466–przed 1502 rokiem, bliżej pierwszej z dat. Z tego miejsca pozyskano jedną serię pomiarową cegieł. Ostatnim miejscem wskazanym do badań były mury obwodowe czworoboku *claustrum*. Wydzielona została tam zaprawa związana z zamontowaniem w przygotowanym oporze spływu żeber sklepiennych (próba S9). Czas wykonania prac budowlanych można w przybliżeniu określić na lata 1463–1502 lub 1466–1502, bliżej drugiej spośród dat. Zdaniem E. Małachowicza nastąpiło to w latach 1468–1502.

3. Kościół pw. św. Barbary z terenu Starego Miasta (ryc. 1: c), zbudowany w miejscu starszego obiektu, wzmiankowanego w 1373 roku, pełniącego funkcję kaplicy cmentarnej parafii św. Elżbiety (Goliński 1997, s. 184–186). W latach 1430–1440 (1447?) wzniesiono obecnie istniejące prezbiterium, a w latach 1456, 1465 i 1475 powstał korpus z wieżą i zakrystią autorstwa Hansa Bertholda i Petera Franczke (Kostowski 1997, s. 63–74). Pozyskanie zapraw do badań nie było możliwe ze względu na współczesną całkowitą wymianę spoin murów obwodowych. Z murów wieży, z dolnych partii ściany południowej, pozyskano jedną serię pomiarową cegieł.

4. Fortyfikacje bastejowe Starego Miasta, południowa kurtyna murów w rejonie obecnego Placu Wolności (ryc. 3, 4). Te nowoczesne umocnienia zbudowano etapami w latach 90. XV wieku. *Terminus post quem* dla zbadanego odcinka

Ryc. 3. Wrocław, Stare Miasto. Kurtyna fortyfikacji bastiejowych na Placu Wolności (po 1489 roku/po 1492 roku): a–b – odcinek wschodni, lico zewnętrzne; widok od południowego zachodu i południowego wschodu; c–e – odcinek zachodni, lico wewnętrzne; widok od północy, północnego wschodu i od północnego zachodu (fot. R. Mruczek)

Fig. 3. Wrocław, Old Town. Curtain of roundel fortifications at Plac Wolności (after 1489/after 1492): a–b – eastern part, external face; view from the southwest and southeast; c–e – western part, internal face; view from the north, northeast and northwest (photo by R. Mruczek)

Ryc. 4. Wrocław, Stare Miasto. Kurtyna fortyfikacji bastejowych na Placu Wolności (po 1489 roku/po 1492 roku): a–e – negatywy drewnianych stężeń poprzecznych o zakończeniach w kształcie podwójnych, jaskółczych ogonów; f – fragment lica południowego, odtworzonego z użyciem oryginalnych elementów w podziemiach Narodowego Forum Muzyki (a–c, f – fot. R. Mruczek; d – rys. K. Filipiak, M. Józefczyk, P. Srokowski; e – rys. M. Kacprzak, A. Koszacka, M. Krzywka)

Fig. 4. Wrocław, Old Town. Curtain of roundel fortifications at Plac Wolności (after 1489/after 1492): a–e – negatives of wooden transverse braces with in the shape of double dovetail; f – fragment of the southern face, reproduced with the use of original elements in the basement of the National Forum of Music (a–c, f – photo by R. Mruczek; d – drawing by K. Filipiak, M. Józefczyk, P. Srokowski; e – drawing by M. Kacprzak, A. Koszacka, M. Krzywka)

murów wyznacza zapewne powstanie nowatorskiej i eksperymentalnej – związanej z warsztatem Hansa Bertolda – tzw. Bastei Hioba (ryc. 2: b–e) z około 1486 roku, z charakterystycznymi prostopadłościennymi basztami, z realizacji których na Placu Wolności zrezygnowano krótko po uformowaniu fundamentów na rzecz dwóch wielkich bastei (Małachowicz 1975, s. 119; Kastek, Mruczek 2016). Szybka ewolucja koncepcji obronnej widoczna jest również w zróżnicowanym ukształtowaniu zwieńczenia kurtyn, niewątpliwie jeszcze o charakterze hurdydycji, a także zastosowaniu na pewnym odcinku interesującego systemu gęsto rozmieszczonych, poprzecznych stężeń drewnianych o formie podwójnych jaskółczych ogonów. Z partii fundamentowej kurtyny murów pozyskano próby do analiz dendrochronologicznych, z których uzyskano daty po 1489 roku i po 1490 roku, z kolei z szalunku fundamentu zachodniej ściany Bastei Krupniczej daty po 1492 roku. Początkowe stadium modernizacji tego pasa fortyfikacji uwiecznione zostało na widoku Hartmanna Schedla z 1493 roku. W latach 1506 i 1512 wzmiankowano już mur kurtynowy i obwałowania (Bimler 1940, s. 20; Rozpędowski 1975, s. 140). Prace budowlane ukończono niewątpliwie na długo przed 1540 rokiem, gdy miasto przejęło teren sąsiedniej enklawy joannitów wraz z kościołem i komandorią, w związku z rosnącym zadłużeniem zakonników, którzy nie byli w stanie partycypować w kosztach tej inwestycji (Knoblich 1862, s. 106). Świadczy o tym brak ciągłości kurtyny zakończonej w charakterystyczny sposób – dwuramiennymi strzępami, z myślą o kontynuacji prac przez zakon (Badura i in. 2010; Konczewski, Mruczek, Piekalski 2010; Mruczek, Stefanowicz 2010). Moment zmiany koncepcji obronnej z małych baszt na ogromne basteje wyznacza najpóźniej, pochodząca z 1532 roku, nowoczesna basteja przy sąsiedniej Bramie Świdnickiej (III). Na widoku autorstwa Barthela i Bartholomäusa Weinerów z 1562 roku przedstawiono interesujący nas odcinek kurtyny już po potwierdzonej archeologicznie przebudowie, w trakcie której hurdydycję zastąpiono ćwierćkolistym przedpiersiem nawiązującym do wzorców norymberskich (ryc. 5d) oraz usypano umocnienia ziemne. Zaprawa została pobrana zarówno z wnętrza muru kurtynowego, wzniesionego w technice *opus emplectum* (próba S2), jak i z partii licowych (próba S3). Pomiary cegieł na potrzeby zadania wykonano w 2014 roku, już po tzw. transferze obiektu. Pozyskano jedną serię pomiarową, reprezentującą materiał przemieszany¹⁰.

5. Fortyfikacje bastejowe Starego Miasta, południowa kurtyna murów w rejonie obecnej ulicy Pawła Włodkowica 4. Powstawały etapami w końcu XV wieku. Prace przy budowie tego odcinka murów pozostawały niewątpliwie w związku czasowym z budową bastei Bramy Mikołajskiej zewnętrznej w latach 1479–1503

¹⁰ Materiał ceramiczny wykorzystano następnie do stworzenia ekspozycji na terenie Narodowego Forum Muzyki we Wrocławiu. Jego ogląd potwierdził tezę o starannej segregacji surowca zastosowanego w partiach licowych, który cechował dodatkowo jednorodny, utleniający wypał, a także ujawnił niską niekiedy jakość cegieł wypełnienia wnętrza muru, zwłaszcza liczne odkształcenia powstałe na etapie ich suszenia oraz w trakcie wypału w atmosferze redukcyjnej.

Ryc. 5. Wybrane europejskie budowle obronne z XV–XVI wieku: a, b – Beersel, zamek księcia brabanckiego Jana II, zbudowany w latach 1300–1310 na przedpolu Brukseli, przebudowany po 1489 lub 1491 roku; c–f – Norymberga, obwarowania i fortyfikacje miejskie w rejonie *Färbertor*, *Frauentor* i *Königstor* (lata 1498–1558); zwraca uwagę zastosowanie rustykowanych ciosów w typie *Buckelquader*, ćwierćkolistie profilowane przedpiersie ze strzelnicami, zbliżone do zarejestrowanego na wrocławskim planie Weinerów z 1562 roku oraz późnorenesansowa wieża projektu architekta miejskiego Jörga Ungera (lata 1556–1558) (a, b – wg https://en.wikipedia.org/wiki/Kasteel_van_Beersel; c–f – fot. R. Mruczek)

Fig. 5. Selected European defensive structures from the 15th–16th centuries: a, b – Beersel, the castle of Jan II Duke of Brabant, built in the years 1300–1310 in the outskirts of Brussels, rebuilt after 1489 or 1491; c–f – Nuremberg, city fortifications in the area of *Färbertor*, *Frauentor* and *Königstor* (years 1498–1558); attention is drawn to the use of rustic ashlar of the *Buckelquader* type, a quarter-circular profiled breastwork with loopholes, similar to the one recorded on the Weiners' plan of Wrocław in 1562 and late Renaissance tower designed by the city architect Jörg Unger (1556–1558) (a, b – after https://en.wikipedia.org/wiki/Kasteel_van_Beersel; c–f – photo by R. Mruczek)

oraz kurtyny murów przy obecnym Placu Wolności, wznoszonej po 1489 roku. Działalność budowlaną prowadzono tam z pewnością w latach 80. i 90. XV wieku. Zaprawa została pobrana z destruktu odcinka murów gwałtownie zniszczonego zapewne w XVIII wieku przez wybuch Baszty Prochowej (próba S5).

6. Fortyfikacje bastejowe Starego Miasta, zachodnia kurtyna murów w rejonie byłego Szpitala im. J. Babińskiego. Budowa postępowała etapami w końcu XV wieku – zapewne w ścisłym związku z umacnianiem wspomnianej Bramy Miłkołajskiej II, w latach 1479–1503. *Terminus ante quem* dla tego odcinka murów wyznaczają: budowa Szpitala Wszystkich Świętych w latach 1526–1527, który dostawiono od wschodu do funkcjonującej już kurtyny oraz budowa tzw. Bastionu Kleszczowego w latach 1544–1551, opartego od zachodu o dotychczasową kurtynę murów, zachowaną obecnie niemal bez śladów zniszczeń spowodowanych warunkami atmosferycznymi. Zależności stratygraficzne określono podczas badań architektonicznych na przełomie 2012 i 2013 roku (Caban i in. 2013). Zaprawa została pobrana z wnętrza muru (próba S18).

7. Dawny Szpital Wszystkich Świętych na Starym Mieście, zlokalizowany na terenie zlikwidowanego Szpitala im. J. Babińskiego. Powstał w ciągu jednego roku, poczynając od daty fundacji 27 lipca 1526 roku, a więc w latach 1526–1527. Dnia 16 lipca 1526 roku rozpoczęła się zbiórka materiałów budowlanych, 27 lipca 1526 roku uroczyste położono kamień węgielny, a mury wzniesiono w ciągu zaledwie 10 tygodni; ostatecznie budowę zakończono po roku (Wójtowicz 2007; 2008, s. 5). Zaprawa została pobrana z reliktów ściany zachodniej pierwotnego budynku szpitalnego, zachowanej w murach późniejszych budynków szpitalnych i odsłoniętej w trakcie badań architektonicznych na przełomie 2012 i 2013 roku (próba S19). Z tego samego miejsca, w 2013 roku, pozyskano jedną serię pomiarową cegieł (Caban i in. 2013).

8. Kościół Imienia Salwatora na Przedmieściu Świdnickim przy obecnym Placu Czystym. Wzniesiono go w 1561 roku (lata 1561–1568), przebudowywano w kilku fazach, w latach: 1577 (1582?), 1610, 1723, 1756–1763, w 1854 roku zniszczony przez pożar (Harasimowicz 1997; Burak, Okólska 2007, s. 167; Wojtucki 2015). W trakcie prac archeologiczno-architektonicznych w 2006 roku obiekt zbadano sondażowo (Guszpit i in. 2010; Guszpit, Mruczek, Kastek 2015). Wśród pobranych wówczas zapraw kluczowe znaczenie miała próba z murów fazy I (próba S13). Do badań statystycznych wykorzystano pomiary cegieł zgromadzone w 2006 roku.

9. Dawne Gimnazjum elżbietańskie ze Starego Miasta przy obecnej ulicy św. Elżbiety 4. Zbudowano je w miejscu szkoły parafialnej wzmiankowanej od 1293 roku w stosunkowo krótkim czasie – od 12 maja 1560 roku, kiedy to miało miejsce uroczyste rozpoczęcie budowy do 29 stycznia 1562 roku, gdy dokonano poświęcenia obiektu. W 1562 roku obiekt uzyskał status gimnazjum¹¹, co stało się

¹¹ O wyższych, uniwersyteckich aspiracjach Gimnazjum elżbietańskiego – por. Wójcik 2005.

zapewne równocześnie z oddaniem do użytku nowego budynku. Renesansowy gmach został rozpoznany w trakcie prac archeologiczno-architektonicznych w 2007 roku, jego relikty zachowały się poniżej posadzek XIX-wiecznego budynku gimnazjum oraz w jego sąsiedztwie (Kastek, Mruczek, Nowaczyk 2011; 2013). W trakcie badań zauważono ścisły związek stratygraficzny prac budowlanych prowadzonych w 1555 i 1558 roku na terenie sąsiednich Jatek z pracami zrealizowanymi w latach 1560–1562 na terenie Gimnazjum. Zaprawę pobrano z murów obwodowych i ścian działowych dawnego budynku (próba S16). Do badań statystycznych wykorzystano pomiary cegieł zgromadzone w 2006 roku.

10. Dawna Słodownia „Pańska” przy obecnej ulicy Menniczej 24–25 na Starym Mieście (ryc. 1: b). Powstała w miejscu starszego obiektu w 1565 roku, kiedy to władze miasta zakupiły poprzednią budowlę z rąk hrabiego Rozdrażewskiego, który otrzymał ją w spadku; była wielokrotnie przekształcana w czasach nowożytnych (Lasota, Czerner 1988, s. 57). Badania archeologiczno-architektoniczne przeprowadzono w 2007 roku. Pobranie zapraw z murów obwodowych obiektu nie było możliwe ze względu na niedawną odbudowę założenia i ponowne wyposiowanie partii licowych ścian. Zarejestrowano natomiast dwie serie pomiarowe cegieł, odpowiednio: ze ściany szczytowej południowej i kalenicowej zachodniej.

11. Fortyfikacje bastionowe Starego Miasta. Bastion Piaskowy przy obecnym Bulwarze Ksawerego Dunikowskiego wzniesiono w 1588 roku według projektu Hansa Schneidera von Lindau w bezpośrednim sąsiedztwie wyburzonego w latach 1591–1597 kościoła i szpitala pw. św. Ducha; w późniejszym okresie wielokrotnie go przekształcano. Został rozpoznany w trakcie badań archeologiczno-architektonicznych w 2014 roku. Zaprawy pobrano z kurtyny muru (bastejowego?) poprzedzającego powstanie bastionu, zatem datowanego przed 1588 rokiem (próba S12) oraz z konstrukcji samego bastionu, związanej z pierwotną fazą jego funkcjonowania, datowaną na 1588 rok (próba S15). *Terminus ante quem* wykonania tych prac wyznacza budowa Bramy Piaskowej w latach 1592–1595, zrealizowanej według projektu tego samego architekta. Z reliktyw opisywanego bastionu, po jego rozwarstwieniu chronologicznym, pozyskano cztery serie pomiarowe cegieł, reprezentujące trzy fazy chronologiczne.

12. Fortyfikacje bastionowe Nowego Miasta, Bastion Ceglarski przy obecnym Wzgórzu Polskim. Zbudowano go w 1585 roku (lata 1585–1600) według projektu Hansa Schneidera von Lindau, a następnie wielokrotnie przekształcano w późniejszym okresie; został rozpoznany w trakcie badań archeologiczno-architektonicznych w 2014 roku. Zaprawy pobrano z północnego boku czoła bastionu, w sąsiedztwie narożnika (próba S11) oraz z muru obwodowego działobitni w barku południowym, zaopatrzonego w potwierdzające datowanie detale architektoniczne zdobione boniowaniem i ornamentem „wyciskany” (próba S4). Z obiektu pozyskano jedną, niepełną serię pomiarową cegieł, pochodzącą z wyżej wymienionego muru obwodowego działobitni. Rozszerzenie badań na cały obiekt nie było wówczas możliwe.

13. Dawny Browar „Pod Wielkim Morskim Okrętem” przy ulicy Ruskiej 28/Grabarskiej 5–6 na Starym Mieście. Został wzniesiony około połowy XVI wieku; rozpoznano go w trakcie prac archeologiczno-architektonicznych w 2013 roku. Zaprawę pobrano z odsłoniętych murów piwnic nieistniejącego budynku, przeznaczonych do rozbiórki (próba S1). Wykonano również pomiary cegieł, pozyskując jedną, niepełną serię pomiarową.

14. Kamienice: wschodnia i zachodnia na parceli przy ulicy Białoskórniczej 1 na Starym Mieście. Zbudowano je na krótko przed 1562 rokiem, zostały zlokalizowane w strefie międzymurza wewnętrznego obwodu obwarowań Wrocławia z XIII wieku, między Bramami: Mikołajską wewnętrzną i Ruską, przy nieistniejącej uliczce *Töpfergasse*. Budynki rozpoznane w trakcie badań archeologiczno-architektonicznych w latach 2001–2002 roku wraz z warsztatem garncarskim (Kitliński, Limisiewicz, Mruczek 2004). Do badań statystycznych wykorzystano pomiary cegieł zgromadzone w 2002 roku.

*Wrocławski warsztat budowlany schyłku średniowiecza i początków
nowożytności – ku podsumowaniu*

Na podstawie wykonanych badań laboratoryjnych, analiz statystycznych, badań archiwalnych i licznych obserwacji terenowych możemy wyciągnąć dziś następujące robocze wnioski, składające się na obraz wrocławskiego warsztatu budowlanego z drugiej połowy XV–XVI wieku.

1. Istotne przemiany warsztatowe, związane z pojawieniem się cech współtowarzyszających wrocławskiej architekturze późnogotyckiej, opisane szczegółowo dla III okresu w rozwoju wrocławskiej kamienicy mieszczańskiej (około 1475 do 1526 roku), zauważalne w analizach spoiw murarskich, badaniach statystycznych cegieł, wątków murów, charakteru spoin i niektórych rozwiązań konstrukcyjnych, odnotowujemy zarówno podczas analizy reliktyw wrocławskich fortyfikacji bastejowych, wznoszonych systematycznie po 1474 roku, jak i nieco wcześniejszych inwestycji Arsenалу Miejskiego (faza I – 1459–przed 1463 rokiem), kościoła Bernardynów (lata 1463–1502) czy korpusu, wieży i zakrystii kościoła pw. św. Barbary (lata 1456, 1465, 1475). Wskazanie dolnej granicy tych zmian w skali całego Wrocławia pozostaje zatem kwestią otwartą. Ich związek z modernizacją systemu obronnego miasta wydaje się bardzo wyraźny. W przyszłości szerszych badań wymagać będzie z pewnością warsztat budowlany z pierwszej połowy XV wieku, gdy dobiegały końca wielkie mieszczańskie oraz zakonne inwestycje sakralne i jednocześnie sporadycznie – od 1427 roku – rozbudowywano umocnienia miejskie. Okres spowolnienia zauważalny wówczas we wrocławskim środowisku artystycznym miał swoje źródła między innymi w wydarzeniach wojen husyckich na Śląsku. Do kluczowych, długotrwałych wrocławskich inwestycji tamtych czasów należał z pewnością lewobrzeżny zamek cesarski,

który wznoszono etapami, przy dużych nakładach finansowych, w zasadzie nieprzerwanie w latach 1346–1472 (Mruczek, Nowakowski, Stefanowicz 2005). W 1469 roku odnotowano tam obecność budowniczego miejskiego Bernharda oraz Łużyczanina Hansa Bertholda. Istnieją wyraźne przesłanki do przypisania kilku ówczesnych inwestycji sakralnych i obronnych powstałych po połowie XV wieku, jak kościół Bernardynów, wieże kościołów pw. św. Barbary i św. Elżbiety czy basteja Hioba, właśnie warsztatowi Hansa Bertholda. Pokrewieństwo koncepcji tej ostatniej budowli z zarzuconym na bardzo wczesnym etapie realizacji, pierwotnym projektem południowej kurtyny fortyfikacji bastejowych Wrocławia z lat po 1489 lub po 1492 roku pozwala domyślać się i tam jego udziału¹². Datę śmierci Hansa Bertholda określano na około 1480 rok (1484 rok?), a współpracującego z nim Petera Franczke na czas po 1476 roku (Kostowski 1997, s. 64–65). Syn Hansa Bertholda, Erasmus, wzmiankowany był w księgach cechowych w 1476 roku.

2. Przy większej liczbie prób zapraw w badanym materiale może być wkrótce uchwytana techniczno-technologiczna cezura lat około 1525 do 1575, związana z pojawieniem się w mieście nowych, północnowłoskich warsztatów budowlanych. Potwierdzony laboratoryjnie dodatek bazaltu (prażonego?), jak i granitu, może być próbą implementacji na warunki wrocławskie zapraw hydraulicznych. Znany z badań ogromnego gmachu Gimnazjum elżbietańskiego i Browaru „Pod Wielkim Morskim Okrętem”, został zidentyfikowany również w szeregu pomniejszych budowli miejskich. Niebywała sprawność organizacyjna mistrzów włoskich doprowadziła do opanowania przez nich najważniejszych inwestycji, dając im większość w cechu murarzy i kamieniarzy. W księgach cechowych odnotowano w okresie półwiecza ponad 40 Włochów przy zaledwie kilkunastu specjalistach miejscowych. Szczególnie imponujące miało być tempo ich pracy – trzykrotnie większe niż u konkurencji.

3. W analizowanym materiale zauważalna jest już na tym etapie badań wyraźna cezura od około 1580 lub 1585 do 1600 roku, związana z działalnością we Wrocławiu dwóch kolejnych architektów miejskich: Fryderyka Grossa (lata 1586–1589) i Hansa Schneidera von Lindau (lata 1591–1606), powiązanych z Gdańskiem i architekturą późnorenesansową oraz z pospiesznymi pracami przy wrocławskich fortyfikacjach bastionowych po 1585 roku. Zaprawy zastosowane przy budowie fortyfikacji z tego okresu są dość starannie wykonane, mają jednorodne spoiwo. Stosowano dobrej jakości materiały (wapno dość homogeniczne).

4. Zmiana wątku murów z jednowozówkowego na niderlandzki, pociągająca za sobą porzucenie tradycyjnej techniki *opus emplectum* na rzecz murów litych, dotąd wskazywana na około połowę XVI wieku, dokonała się we Wrocławiu faktycznie dopiero około 1600 roku i nie pokrywa się dokładnie z momentem przybycia do

¹² W trakcie badań kurtyny murów w rejonie Placu Wolności zauważono ponadto piaskowcowe segmenty gzymsów, pierwotnie przeznaczone dla nieokreślonej budowli sakralnej – może kościoła Bernardynów – po odwróceniu zaopatrzone w standardową rustykę i zamontowane w ciosowych partiach licowych.

miasta architektów niderlandzkich oraz datowania kluczowych ich dzieł, jak na przykład „Kamienica pod Gryfami” (lata 1587–1589), Bastion Ceglarski (lata 1585–1600), Bastion Piaskowy (1588 roku) i Brama Piaskowa (lata 1592–1595), w których konsekwentnie używano jeszcze starego wątku i techniki budowy.

5. Stopniowy zanik zendrówek w roli sięgaczy, mimo stosowania tradycyjnej techniki *opus emplectum*, zauważalny u progu nowożytności, może być spowodowany znacznie lepszymi parametrami wiążącymi stosowanych wówczas zapraw murarskich, a także znaczną szerokością stawianych ścian i murów. Klasyczne rustykowane okładziny kamienne z gładkim marginesem, z prostopadłościennymi, długimi sięgaczami, stosowane były na szerszą skalę przynajmniej od czwartej ćwierci XV wieku¹³. Idea mocnego związania partii licowych z wnętrzem muru realizowana bywała również za pomocą gęsto rozmieszczonych, drewnianych stężeń poprzecznych o kształcie zakończeń w postaci podwójnych jaskółczych ogonów (po 1489 lub po 1492 roku) lub podobnie profilowanych, kamiennych ankrów stanowiących jednocześnie element manierystycznych okładzin ciosowych z ornamentem „wyciskany” (lata 1585–1600). W niektórych przypadkach ceglano-warstwy licowe, formowane nadal konsekwentnie w wątku jednowozówkowym, miały zwielfokrotnioną szerokość. Zauważalna jest również większa staranność wykonania wypełnienia murów w technice *opus emplectum* w stosunku do okresu wcześniejszego, choć nie zawsze idzie ona w parze z jednakowo dobrym wypałem zastosowanych tam cegieł. Budowa znacznej szerokości murów magistralnych ówczesnych budowli – niezależnie od tego czy były to mury Gimnazjum św. Elżbiety, czy kurtyny fortyfikacji bastejowych i bastionowych – musiała unaocznić nieprzydatność anachronicznej już, skomplikowanej pod względem wykonawczym, techniki *opus emplectum* przy współczesnych realizacjach. To z kolei – przy bardzo dobrych parametrach spoiw murarskich i masowej produkcji cegieł – doprowadziło ostatecznie do jej zarzucenia na rzecz murów litych w wątku niderlandzkim.

6. Zaskakujące dla badaczy mogą być wyniki badań porównawczych zespołu wrocławskich zapraw z drugiej połowy XV–XVI wieku ze spoiwami wczesnośredniowiecznymi, pozyskanymi w trakcie równolegle prowadzonych badań M. Chorowskiej na terenie zamku książęcego na Ostrowie Tumskim (po 1166–1290), w którym działały zarówno warsztaty zakonne (cysterskie, norbertańskie, augustiańskie?), jak i książęce, prowadzone przez świeckich mistrzów z zachodniej Europy. Zaprawy te są bardzo jednorodne, a skupiska mikrytu

¹³ Świadczą o tym między innymi wyniki analiz dendrochronologicznych prób z kurtyny murów bastejowych przy Placu Wolności (daty po 1489/po 1490/po 1492 roku). W określeniu precyzyjnej chronologii i genezy tego rozwiązania warto zwrócić uwagę na donżon zamku książąt legnicko-brzeskich w Grodźcu, wzniesiony w latach 1473–1483 na podstawie umowy zawartej przez księcia Fryderyka I z murarzami – Błażem Rose z Wrocławia, Bartoszem Bloeschuchem z Legnicy i Hansem Trauernichtem ze Zgorzelca. W czasach księcia Fryderyka II prace na zamku kontynuował w latach 1522–1524, przywołany już wcześniej, zgorzelecki murator Wendel Roskopf (Kozak, Steinborn 1971, s. 119–120).

występują w nich sporadycznie. Mają charakter zbliżony do najmłodszych spośród badanych w ramach projektu zapraw (około 1550 do 1600), zwłaszcza tych z Bastionu Ceglarskiego, odróżniając się od starszych, niehomogenicznych, z końca XV wieku czy z przełomu XV i XVI wieku, na przykład z kościoła Bernardynów lub fortyfikacji bastejowych w rejonie ulicy Pawła Włodkowica. Rysujący się na tym tle pewien regres techniczny i technologiczny w XIV–XV wieku miał zapewne związek ze stopniowym zanikiem mecenatu zamożnych feudałów świeckich i kościelnych oraz gwałtownym rozwojem inwestycji mieszczańskich, a także masową produkcją cegielni miejskich z przeznaczeniem na zbył. Ponadto zauważalne jest jednocześnie trwanie różnych standardów wykonawczych, szczególnie wyraźne na linii architektura sakralna – budownictwo mieszkalne i gospodarcze, choć najbardziej spektakularne przypadki zróżnicowania jakościowego o wyraźnym podłożu ekonomicznym pochodzą spoza Wrocławia¹⁴.

7. Różnice technologiczne zbadanych laboratoryjnie wrocławskich zapraw z lat 1459–1600 niewątpliwie są czułym wskaźnikiem chronologicznym. Na obecnym etapie badań jest on jednak zbyt mało precyzyjny, aby stosować go do samodzielnego datowania obiektów, w oderwaniu od pozostałych cech warsztatowych. W poddanej badaniom grupie próbek zapraw murarskich zarysowuje się ogólna zależność na linii: charakter spoiwa zaprawy – datowanie, przy czym młodsze zaprawy są bardziej homogeniczne. W świetle analiz laboratoryjnych zasadny jest zatem stosowany przez archeologów podział na spoiwa o cechach średniowiecznych, wykonane na bazie niedokalcynowanego wapna (w oglądzie makroskopowym w postaci charakterystycznych grudek) i spoiwa o cechach nowożytnych wykonane z wapna pylistego. Poszukując cezury jakościowej, na podstawie analizy całego zbioru próbek, można wskazać dość szeroką czasowo, ale wyraźną granicę w sposobie przygotowywania (palenia) wapna – około połowy XVI wieku.

8. W recepturze wrocławskich XVI-wiecznych zapraw występują charakterystyczne domieszki, jak choćby zauważone wcześniej przez badaczy kruszywa granitowe czy bazaltowe. Analizy laboratoryjne nie potwierdziły dotąd ich obróbki termicznej, choć nie można również wykluczyć krótkotrwałego prażenia, które nie zapisało się w cechach optycznych ziaren. Istotną cechą badanych spoiw jest zróżnicowana morfologia kruszywa, które zazwyczaj jest dość dobrze obtoczone, co wskazuje na długą drogę jego transportu. W tym kontekście odmiennie wypadają ziarna bazaltu (być może prażonego), które są bardzo słabo wyoblone, do wręcz ostrokrawędzistych. Stanowią one materiał najprawdopodobniej obcy, przywożony do Wrocławia z bardzo odległych miejsc, zatem jego udział w recepturze zapraw nie jest przypadkowy, jednakże cel dodawania wymaga gruntownych badań. Być może próbowano implementować na wrocławskie warunki zaprawy hydrauliczne,

¹⁴ Dwa jakościowe oblicza ceglanej architektury mieszczańskiej późnego gotyku w Głogowie – por. Mruczek 2010.

a występowanie prażonego bazaltu (lub granitu) w spoiwach wynikało z obecności warsztatów włoskich (około 1525 do 1575), znanych ze stosowania sztucznej pucolany. Ta interesująca kwestia wymaga przeprowadzenia szerszej zakrojonych badań (Bartz i in. 2015, s. 221–223).

9. Na podstawie badań laboratoryjnych można stwierdzić, że – poza bazaltem – stosowano zasadniczo materiał dostępny w bezpośrednim sąsiedztwie placu budowy. Były to piaski rzeczne, drobnoziarniste, o średnim stopniu obtoczenia oraz piaski fluwioglacjalne o bardzo małym stopniu obtoczenia i słabej selekcji lub jej braku. Korelacja położenia badanych obiektów z mapą budowy geologicznej Starego i Nowego Miasta prowadzi do wniosku, że jedynie sporadycznie pozyskiwano materiał w pewnej odległości od placu budowy, nie przekraczającej jednak kilkudziesięciu metrów (Bartz i in. 2015, s. 223–225, tab. 1, ryc. 1).

10. Wbrew oczekiwaniom badaczy, w całej grupie analizowanych wrocławskich zapraw murarskich przełomu średniowiecza i nowożytności, nie zarejestrowano materiału, który byłby słabo hydrauliczny, nie wspominając już o zaprawach typowo hydraulicznych. Dlatego na razie nie znajduje potwierdzenia postulowana wcześniej teza o szczególnym przygotowaniu warsztatów do działania w terenie trudnym, podmokłym, na gruntach o zróżnicowanej nośności. Opinia taka była pochodną nietypowej lokalizacji części wznoszonych wówczas obiektów, na przykład kościoła bernardynów – zbudowanego na zasypanym cieku wodnym, kościoła joannitów – wzniesionego na zasypanym stawie, zamku cesarskiego – ewoluującego ze starszego założenia książęcego w bezpośrednim sąsiedztwie Odry czy fortyfikacji bastejowych, powstających w obrębie fos, na przedpolu średniowiecznych obwarowań. Budowle te wyróżniają się bardzo starannym przygotowaniem partii fundamentowych, rozpoznaniem gruntownie w przypadku fortyfikacji bastejowych w rejonie Placu Wolności. Kurtyna stanęła tam na solidnym fundamencie, wykonanym w wykopie wąskoprzestrzennym, mającym postać skrzyni z dranic montowanych poziomo na sztorc, rozpartych gęsto wbijanymi palami o przekrojach prostokątnych, wypełnionej łamanym kamieniem, fragmentami cegieł i dużą ilością zaprawy. Dolna partia murów została zaopatrzona od strony fosy w staranną licówkę wykonaną z ciosów piaskowcowych, zazwyczaj rustykowanych na całej powierzchni, rzadziej o gładko opracowanej oprawie, połączonych żelaznymi klamrami. Podobnie ukształtowano partie fundamentowe kościoła Bernardynów, a w pomieszczeniach klasztornych zastosowano izolację poziomą z kafli garnkowych i gliny, datowaną na 1517 rok (Małachowicz 1985, s. 38–40, il. 22, 23).

11. Analizy porównawcze wymiarów cegieł pozyskanych w trakcie badań świątyni Salwatora oraz istotnych wrocławskich budowli, wzniesionych w drugiej połowie XV i XVI wieku, wykonane na potrzeby projektu eksperymentalną metodą M. Cabana, wskazują na warsztatowe pokrewieństwo niektórych obiektów (Caban 2015, tab. 1; Mruczek, Caban, Kastek 2015b, fig. 1). W czterostopniowej skali statystycznego podobieństwa zwraca uwagę zwłaszcza podobieństwo

określone jako „istotne”, które w skrajnym przypadku może oznaczać, że cegły zastosowane na różnych budowach pochodzą z tego samego wypału. Taką korelację materiału ceglanego z badań kościoła Imienia Salwatora (fazy I – lata 1561–1568 i III – lata 1609–1610) zauważono w przypadku kamienicy zachodniej przy ulicy Białoskórniczej 1 (przed 1562 rokiem), wieży kościoła pw. św. Barbary (po 1465 roku), kurtyny fortyfikacji bastejowych w rejonie Placu Wolności (po 1489 do połowy 1492 roku), browaru „Pod Wielkim Morskim Okrętem” przy ulicy Ruskiej 28/Grabarskiej 5–6 (około połowy XVI wieku), a zwłaszcza słodowni „Pańskiej” przy ulicy Mennicznej 24–25 (1565 rok). Przy bardzo wyraźnej i nieprzypadkowej zbieżności chronologicznej w części spośród tych budowli zwraca również uwagę podobieństwo do materiału, który zastosowano w dwóch starszych inwestycjach. Jako podobieństwo „częściowe/istotne” zakwalifikowano korelację cegieł z kościoła Salwatora (lata 1561–1568) z materiałem pozyskanym z Gimnazjum elżbietańskiego przy ulicy św. Elżbiety 4 (lata 1560–1562). Wyraźna jest całkowita zbieżność chronologiczna tych inwestycji. Podobieństwo częściowe zauważono w przypadku kościoła Imienia Salwatora z Bastionem Ceglarskim (lata 1585–1600), Bastionem Piaskowym (1588 rok) czy renesansowym skrzydłem Szpitala Wszystkich Świętych (lata 1526–1527). Z kolei pełną rozbieżność analizowanych serii odnotowano w odniesieniu do Arsenału Miejskiego (skrzydło południowe – 1459–przed 1463 rokiem), kamienicy wschodniej przy ulicy Białoskórniczej 1 (przed 1562 rokiem) czy kościoła pw. św. Bernardyna ze Sieny (lata 1463–1502), z wyjątkiem serii z pierwotnych pach sklepiennych prezbiterium (lata 1463–1466 lub 1463–przed 1491 rokiem), w których wskazywano na podobieństwo częściowe.

12. Interesująco wypada zestawienie porównawcze wszystkich pozyskanych w trakcie badań serii pomiarowych cegieł (Caban 2015, tab. 2; Mruczek, Caban, Kastek 2015b, fig. 1). Wyraźne jest podobieństwo statystyczne – zakwalifikowane jako „istotne” – serii z Bastionu Ceglarskiego (lata 1585–1600), z Bastionu Piaskowego (1588 rok), Gimnazjum elżbietańskiego (lata 1560–1562), kamienicy zachodniej przy ulicy Białoskórniczej (przed 1562 rokiem), wieży kościoła pw. św. Barbary (po 1465 roku) oraz kurtyny fortyfikacji bastejowych przy Placu Wolności (po 1489–po 1492 roku). Z kolei materiał ceglany z Gimnazjum elżbietańskiego (lata 1560–1562) wykazuje podobieństwo „istotne” z seriami z kamienicy zachodniej przy ulicy Białoskórniczej 1 (przed 1562 rokiem), muru fortyfikacji bastejowych przy Placu Wolności (po 1489–po 1492 roku) i słodowni „Pańskiej” (1565 rok). Podobieństwo „istotne” odnotowano też w przypadku wieży kościoła pw. św. Barbary (po 1465 roku), fortyfikacji bastejowych na Placu Wolności, słodowni „Pańskiej” i renesansowego skrzydła Szpitala Wszystkich Świętych (lata 1526–1527). Ewenement w zestawieniu stanowi seria pozyskana z murów kamienicy wschodniej przy ulicy Białoskórniczej 1 (przed 1562 rokiem), wykazująca niemal całkowity brak statystycznego podobieństwa z pozostałymi seriami, z wyjątkiem relacji określonej jako „przypadkowa” z murami Arsenału

Miejskiego (1459–przed 1463 rokiem). Ponadto zauważono, że Bastion Piaskowy w fazie XVIII-wiecznej modernizowano najpewniej w części z użyciem cegły rozbiórkowej, która wykazuje istotne podobieństwo z surowcem pochodzącym z Bastionu Piaskowego (w fazie I), kościoła pw. św. Barbary, słodowni przy ul. Menniczej i Szpitala Wszystkich Świętych.

13. Analizy statystyczne serii cegieł pobranych z różnych partii tych samych budowli mogą stanowić istotne narzędzie do weryfikacji ich rozwarstwienia chronologicznego, przeprowadzonego z zastosowaniem klasycznej analizy stratygraficznej. Mamy tu na myśli nie tylko oczywiste zróżnicowanie materiału z różnych faz budowy, ale przede wszystkim – często bardzo dyskretne – różnice poświadczające kolejne etapy tego procesu. Zagadnienie to zreferowano bardzo szczegółowo na przykładzie eksperymentu wykonanego podczas badań etapowości procesu budowlanego XIV-wiecznego, zewnętrznego pierścienia średniowiecznych murów obronnych Wrocławia, zachowanego na tyłach Arsenału Mikołajskiego (Mruczek, Caban, Kastek 2015a, fig. 2–4). Precyzyjna analiza materiału ceglanego z tego miejsca pozwoliła nie tylko na potwierdzenie rozwarstwienia dokonanego przez analizę styków i strzępi, ale przede wszystkim umożliwiła wychwycenie rozmaitych niuansów technologicznych, bezsprzecznie niemożliwych do zauważenia i naukowego udowodnienia drogą samych obserwacji. W materiale z XV–XVI wieku szczególnie istotny jest *casus* kościoła Bernardynów z Nowego Miasta (Caban 2015, s. 204; Mruczek, Caban, Kastek 2015b, fig. 3, 4). Zauważono bowiem, że istotne podobieństwo wykazują próbki z fasady zachodniej oraz z pach sklepiennych prezbiterium świątyni. Cegły pochodzące z pach sklepiennych korpusu znacząco różnią się natomiast od tych z prezbiterium oraz fasady. Zatem prezbiterium kościoła pw. św. Bernardyna powstało w całości wraz z przyziemiem korpusu, który wzniesiono w następnej kolejności z innego formatu cegieł. Taka rekonstrukcja procesu budowlanego stanowi istotną weryfikację ustaleń E. Małachowicza, który mury prezbiterium do wysokości zaledwie parapetów okiennych, fundamenty murów obwodowych korpusu i wyższe ich partie w części północnej – do wysokości parapetów – oraz części ścian: zachodniej i wschodniej z filarami przyściennymi, bez filarów międzynawowych datował na lata 1463–1466 (Małachowicz 1985, s. 13). Tą samą metodą można w przekonujący sposób rozstrzygnąć wieloletnią, niekończącą się dyskusję dotyczącą etapowości i chronologii procesu budowlanego kolegiaty pw. św. Krzyża na Ostrowie Tumskim we Wrocławiu, co traktujemy jako postulat badawczy.

14. Na obecnym etapie badań trudno mówić o wyraźnej specyfice warsztatowej Wrocławia na tle dużych centrów miejskich tej części Europy, może z wyjątkiem prób i eksperymentów zmierzających do uzyskania zapraw hydraulicznych(?). Nie ulega jednak wątpliwości techniczny i technologiczny prymat miasta na tle innych ośrodków lokacyjnych na Śląsku, nie wyłączając Brzegu, Głogowa, Legnicy

czy Świdnicy, w których równolegle trwanie kilku standardów wykonawczych, uwarunkowanych możliwościami ekonomicznymi właścicieli, nie należy do rzadkości (Mruczek 2010; Chorowska, Lasota 2013).

15. Pytanie o europejską genezę wrocławskich warsztatów budowlanych XV i XVI stulecia jest niezwykle złożone. Choć możemy wykazać obecność architektów, muratorów czy kamieniarzy pochodzących z Łużyc, Bawarii, Szwajcarii, Lombardii czy Niderlandów, wskazanie bezpośrednich analogii dla ich wrocławskich realizacji jest problematyczne. Z pewnością uwagi wymagają, wskazywane już wcześniej przez badaczy, południowoniemieckie, zwłaszcza bawarskie (Norymberga) rozwiązania w sferze fortyfikacji czy bardzo istotne doświadczenia niderlandzkie w tej dziedzinie, znane choćby z architektury Brabancji (zamek Beersel, fortyfikacje Brukseli; ryc. 5). Nieznana pozostaje w dalszym ciągu geneza eksperymentalnego projektu tzw. bastei Hioba z około 1486 roku, powiązanego z działalnością warsztatu Hansa Bertolda, pracującego w latach 1463–1466 przy budowie sąsiedniego kościoła Bernardynów (Małachowicz 1975, s. 119). Koncepcja połączenia wydłużonej, palczastej bastei z prostopadłociennymi basztami flankującymi jej mury obwodowe wydaje się niezwykle oryginalna. Kontynuację tej myśli fortyfikatorskiej dostrzegamy w pierwotnym projekcie kurtyny murów bastejowych przy Placu Wolności (po 1489–po 1492 roku), szybko jednak zarzuconym na korzyść dwóch wielkich bastei. W tej grupie dzieł obronnych zwraca uwagę, uwieczniona na widoku B. B. Weinerów z 1562 roku, najpotężniejsza wrocławska basteja, z wysokim dachem w kształcie ściętego stożka, zlokalizowana na południe od Bramy Oławskiej II, powiązana przez Kurta Bimlera z norymberskim inżynierem Hansem von Reidlingenem i datowana na 1530 rok, przez E. Małachowicza skojarzona z modelami zawartymi w traktacie Albrechta Dürera (1527 rok). Późnośredniowieczny sposób zwieńczenia, odmienny od pozostałych wrocławskich bastei, zaopatrzonych w charakterystyczne, pulpityowe pokrycie ceglane, nawiązujące do ukształtowania kurtyny przy Placu Wolności już po przebudowie około połowy XVI wieku, zwraca jednak naszą uwagę na trzy wcześniejsze, podkowiaste dzieła obronne brabanckiego zamku w Beersel, wzniesione po oblężeniu w 1489 roku, zapewne w 1491 roku, nawiązujące do wzorców francuskich. Biorąc pod uwagę identyczną chronologię fortyfikacji rozpoznanych w rejonie Placu Wolności i rozumiejąc sens ich pierwszej – potwierdzonej archeologicznie – przebudowy sprzed 1562 roku, wiążącej się z likwidacją anachronicznej hurdycki na rzecz nowoczesnego, murowanego przedpiersia¹⁵ z pulpityowym zadaszeniem i wygodnym, równoległym do przebiegu kurtyny, wewnętrznym korytarzem, brabancki trop jest na pewno godny prześledzenia. Przemawia za tym również kilkusetletnia obecność Walończyków we Wrocławiu.

¹⁵ Ustalenia te pozwalają spojrzeć krytycznie na niektóre szczegóły rekonstrukcji fortyfikacji norymberskich.

Literatura

Wykaz skrótów

SSA – Śląskie Sprawozdania Archeologiczne, Wrocław

- Atlas*, 2017, *Atlas historyczny miast polskich*, t. 4, *Śląsk*, red. M. Młynarska-Kaletynowa, z. 13, Wrocław, red. R. Eysymontt, M. Goliński, Wrocław.
- Badura J., Kastek T., Mruczek R., Stefanowicz M., 2010, *Z nowszych badań obwarowań i fortyfikacji Wrocławia, cz. 1, Pas południowy w rejonie obecnego Placu Wolności*, SSA, t. 52, s. 365–425.
- Bartz W., Caban M., Gąsior M., Kastek T., Mruczek R., 2015, *Kościół Salwatora we Wrocławiu. Kościół Salwatora na tle wrocławskiego warsztatu budowlanego w 2. połowie XV i w XVI wieku*, [w:] *Cmentarz Salwatora*, s. 220–225.
- Bimler K., 1940, *Die schlesischen massiven Wehrbauten, Bd. 1, Fürstentum Breslau. Kreise Breslau, Neumarkt, Namslau, Breslau*.
- Bukowski M., 1974, *Arsenał wrocławski*, Wrocław.
- Burak M., 2003, *Arsenał wrocławski*, Wrocław.
- Burak M., Okólska H., 2007, *Cmentarze dawnego Wrocławia*, Wrocław.
- Burgemeister L., Grundmann G., 1933, *Die Kunstdenkmäler der Stadt Breslau*, t. 2, Breslau.
- Caban M., 2015a, *Kościół Salwatora we Wrocławiu. Porównawcze badania pomiarowe cegieł z kościoła Salwatora we Wrocławiu*, [w:] *Cmentarz Salwatora*, s. 197–213.
- Caban M., 2015b, *Kościół Salwatora we Wrocławiu. Rekonstrukcja kościoła Salwatora we Wrocławiu*, [w:] *Cmentarz Salwatora*, s. 175–190.
- Caban M., Kastek T., Krzywka M., Limisiewicz A., Mruczek R., 2013, *Studium urbanistyczno-architektoniczne dla terenu nieruchomości położonej przy pl. Jana Pawła II 8 we Wrocławiu po zlikwidowanym Wojewódzkim Szpitalu im. Józefa Babińskiego, maszynopis w archiwum Miejskiego Konserwatora Zabytków we Wrocławiu oraz Akme – Zdzisław Wiśniewski Sp. z o.o., Wrocław*.
- Caban M., Mruczek R., 2014, *Kościół Imienia Salvatora na Przedmieściu Świdnickim we Wrocławiu. Rekonstrukcja 3D bryły kościoła Zbawiciela. Analiza metryczna cegieł z kościoła Zbawiciela*, Wrocław; maszynopis w archiwum Katedry Historii Architektury, Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- Chorowska M., 1994, *Średniowieczna kamienica mieszczańska w Wrocławiu*, Wrocław.
- Chorowska M., Caban M., 2015, *The origins of the brick architecture in Silesia. Brick: size, composition, chronology*, [w:] *Forum urbes medii aevi IX./1–2. Bricks and building ceramics in medieval and modern urban architecture of Central Europe*, Brno, s. 8–19.
- Chorowska M., Caban M., Bartz W., 2015, *Bricks from medieval castle in Ostrów Tumski (Wrocław): case study*, [w:] *Forum urbes medii aevi IX./1–2. Bricks and building ceramics in medieval and modern urban architecture of Central Europe*, Brno, s. 138–153.
- Chorowska M., Lasota Cz., 2013, *Kamienica mieszczańska w Świdnicy: karczma i mieszkanie w XIII–XVIII w.*, Wrocław.

- Chudzik P., 2015, *An introduction to studies on the chisel marks in Ancient Egypt*, Göttinger Miszellen, z. 244, s. 29–38
- Cmentarz Salwatora, 2015, *Cmentarz Salwatora. Pierwsza nekropola wrocławskich protestantów*, red. K. Wachowski, Wratislavia Antiqua 21, Wrocław.
- Gąsior M., Bartz W., Jaciów P., Raczyk J., 2014, Wyniki badań próbek zapraw. Badania w ramach projektu badawczego pn.: „Cmentarz Salvatora, pierwsza nekropolia wrocławskich protestantów”. Seria: W1/430-3/2014, Wrocław 2014, maszynopis w archiwum Katedry Historii Architektury, Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- Gąsior M., Bartz W., Raczyk J., Jaciów P., 2015, *Kościół Salwatora we Wrocławiu. Badania zapraw*, [w:] *Cmentarz Salwatora*, s. 214–220.
- Goliński M., 1997, *Socjotopografia późnośredniowiecznego Wrocławia (przestrzeń – podatnicy – rzemiosło)*, Acta Universitatis Wratislaviensis, nr 2010, Historia 134, Wrocław.
- Gruszecki A., 1965, *Metoda graficzna badań pomiarowych cegły przy ustalaniu chronologii obiektów architektonicznych*, Kwartalnik Architektury i Urbanistyki, t. 10, z. 1, s. 55–58.
- Guszpit P., Mruczek R., Kastek T., 2015, *Kościół Salwatora we Wrocławiu. Relikty kościoła Salwatora we Wrocławiu*, [w:] *Cmentarz Salwatora*, s. 163–175.
- Guszpit P., Mruczek R., Wojcieszak J., Wojcieszak M., Wójcik M., 2010, *Pierwszy wrocławski cmentarz protestancki przy kościele imienia Salwatora, wstępne wyniki badań*, [w:] *Śródmiejska Katedra. Kościół św. Marii Magdaleny w dziejach i kulturze Wrocławia*, red. B. Czechowicz, Wrocław, s. 629–636.
- Harasimowicz J., 1997, *Dawny ewangelicki kościół imienia Zbawiciela (I) przed Bramą Świdnicką*, [w:] *Atlas architektury Wrocławia*, t. 1: *Budowle sakralne, świeckie budowle publiczne*, red. J. Harasimowicz, Wrocław, s. 47.
- Kaczmarek-Löw K., 2010, *Wendel Roskopf, architekt wczesnego renesansu. Mity i rzeczywistość*, Wrocław.
- Kastek T., Mruczek R., 2016, *Średniowieczne obwarowania i fortyfikacje Wrocławia w świetle odkryć w rejonie Narodowego Forum Muzyki*, [w:] *Centrum staromiejskie we Wrocławiu*, red. T. Głowiński, H. Okólska, Wrocław, s. 10–36.
- Kastek T., Mruczek R., Nowaczyk W., 2011, *Gimnazjum św. Elżbiety we Wrocławiu w świetle badań archeologiczno-architektonicznych*, [w:] *Śląsk i Europa Środkowa w pradziejach, średniowieczu i czasach nowożytnych*, XVII Śląskie Spotkania Archeologiczne, Pokrzywna k. Głuchołazów, 25–28.05.2011, Pokrzywna, s. 65–66.
- Kastek T., Mruczek R., Nowaczyk W., 2013, *Dawne wrocławskie Gimnazjum Elżbietańskie na tle staromiejskiego Kwartалу Rzeźników*, SSA, t. 55, s. 417–440.
- Kitliński B., Limisiewicz A., Mruczek R., 2004, *Rozwój osadnictwa w strefie fortyfikacji miejskich w świetle badań parceli przy ul. Białoskórniczej 1 we Wrocławiu*, SSA, t. 46, s. 151–173.
- Kmiecik P., Szwed R. w druku, *Drugi zamek lewobrzeżny we Wrocławiu w świetle najnowszych badań archeologiczno-architektonicznych*.
- Knoblich A., 1862, *Geschichte der St. Corporis-Christi-Pfarrei*, Breslau.

- Konczewski P., Mruczek R., Piekalski J., 2010, *The fortifications of medieval and post-medieval Wrocław/Breslau*, [w:] *Lübecker Kolloquium zur Stadtarchäologie im Hanseraum 7: die Befestigungen*, red. M. Gläser, wyd. C. Kimminus-Schneider, M. Schneider, D. Zwick, Lübeck, s. 597–614.
- Kostowski J., 1997, *Kościół klasztorny bernardynów wrocławskich a działalność warsztatu budowlanego Hans Bertold, Peter Franczke. Próba monografii*, [w:] *Świątynia*, red. J. Rozpędowski, Architektura Wrocławia 3, Wrocław, s. 63–74.
- Kozak S., Steinborn B., 1971, *Złotoryja – Chojnów – Świerzawa*, Wrocław.
- Kwaśniewski A., 1995, *Dom mieszczański we Wrocławiu w okresie renesansu*, [w:] *Dom*, red. J. Rozpędowski, Architektura Wrocławia 1, Wrocław, s. 105–137.
- Laboratorium, 2014, Laboratorium Technologiczno-Konserwatorskie. Politechnika Wrocławska. Wydział Architektury (praca zbiorowa), Wyniki badań próbek zapraw. Badania w ramach projektu badawczego pn.: „Cmentarz Salvatora, pierwsza nekropolia wrocławskich protestantów”. Seria: W1/430-3/2014, maszynopis w archiwum Instytutu Historii Architektury, Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- Lasota Cz., Czerner R., 1988, *Słodownie na terenie Starego Miasta we Wrocławiu w wiekach XIII–XIX*, Prace Naukowe Instytutu Historii Architektury Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej 22, Wrocław.
- Lutsch H., 1886, *Verzeichnis der Kunstdenkmäler der Provinz Schlesien*, t. 1: *Die Stadt Breslau (Die Kunstdenkmäler der Stadt Breslau im amtlichen Auftrage bearbeitet)*, Breslau.
- Majdzik K., Małecka M., Pasalski J., 2012, *Studium rekonstrukcji kościoła Salvatora na Przedmieściu Świdnickim we Wrocławiu*, [w:] *Przedmieście Świdnickie we Wrocławiu*, Wrocław, red. H. Okólska, H. Górka, s. 136–145 i XLIV–LI.
- Małachowicz E., 1974, *Wrocławskie Nowe Miasto*, Wrocław.
- Małachowicz E., 1975, *Bastejowe fortyfikacje Wrocławia*, [w:] *Bastejowe fortyfikacje w Polsce*, red. E. Małachowicz, Prace Naukowe Instytutu Historii Architektury Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej 9, Studia i Materiały 3, Wrocław, s. 99–123.
- Małachowicz E., 1985, *Wrocław. Zespół pobernardyński*, Warszawa.
- Mruczek R., 2010, *Średniowieczna i wczesnonowożytna architektura Starego Miasta w Głogowie w świetle nowszych badań*. [w:] *Glogovia Maior: Wielki Głogów między blaskiem dziejów i cieniem ruin*, red. B. Czechowicz, M. Konopnicka, Głogów, s. 139–181.
- Mruczek R., 2015, *Kościół Salvatora we Wrocławiu. Problematyka badawcza wrocławskiego warsztatu budowlanego w 2. połowie XV i w XVI wieku*, [w:] *Cmentarz Salvatora*, s. 190–196.
- Mruczek R., Caban M., Kastek T., 2015a, *Process of building outside fortifications of Wrocław in the light research in the vicinity of city Arsenal*, [w:] *Forum urbes medii aevi IX./1–2. Bricks and building ceramics in medieval and modern urban architecture of Central Europe*, Brno, s. 70–79.
- Mruczek R., Caban M., Kastek T., 2015b, *Wrocław construction workshop in the 15th and 16th centuries. Results and prospects of new research*, [w:] *Forum urbes medii*

aevi IX./1–2. *Bricks and building ceramics in medieval and modern urban architecture of Central Europe*, Brno, s. 94–105.

Mruczek, R., Nowakowski D., Stefanowicz M., 2005, *Zamek lewobrzeżny we Wrocławiu w świetle nowszych badań*, SSA, t. 47, s. 175–191.

Mruczek R., Stefanowicz M., 2007, *Z badań kamienicy mieszczańskiej w Głogowie*, SSA, t. 49, s. 265–286.

Mruczek R., Stefanowicz M., 2010, *Południowy pas obwarowań i fortyfikacji Wrocławia w rejonie obecnego Pl. Wolności na tle przemian przestrzennych i prawnych miasta średniowiecznego i nowożytnego*, [w:] *Non solum villae. Księga jubileuszowa ofiarowana profesorowi Stanisławowi Medekszy*, red. J. Kościuk, Wrocław, s. 401–454.

Piekalski J., Wachowski K., 2010, *Przełom średniowiecza i nowożytności w miastach śląskich*, SSA, t. 52, s. 341–364.

Rozpędowski J., 1975, *Bastejowe fortyfikacje na Śląsku*, [w:] *Bastejowe fortyfikacje w Polsce*, red. E. Małachowicz, Prace Naukowe Instytutu Historii Architektury Sztuki i Techniki Politechniki Wrocławskiej 9, Studia i Materiały 3, Wrocław, s. 137–146.

Rozpędowski J., 1978, *Architektura mieszkalna od XVI do połowy XVII w.*, [w:] *Wrocław. Jego dzieje i kultura*, red. Z. Świechowski, Warszawa, s. 215–221.

Rudkowski T., 1955, *Badania nad rozmiarami cegły średniowiecznego Wrocławia*, Sprawozdania Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego 7, dodatek 5, Wrocław.

Schmeidler J. Ch. H., 1853, *Urkundliche Geschichte der evangelischen Haupt- und Pfarrkirche zu St. Bernhardin in Breslau, von den ersten Gründung derselben bis auf die heutige Zeit. Denkschrift zur 400 jährige Jubel-Feier dieser Kirche*, Breslau. Wrocław, 1978, *Wrocław. Jego dzieje i kultura*, red. Z. Świechowski, Warszawa.

Tomaszewski Z., 1954, *Badania cegły jako metoda pomocnicza przy datowaniu obiektów średniowiecznych*, Zeszyty Naukowe Politechniki Wrocławskiej, Budownictwo 4, s. 31–52.

Torbus T., 2006, *Renesans i manieryzm. Początek XVI, połowa XVII wieku*, [w:] *Zabytki sztuki w Polsce. Śląsk*, red. S. Brzezicki, Warszawa, s. 36–43.

Wojtucki D., 2015, *Cmentarz i kościół Salwatora we Wrocławiu w świetle źródeł pisanych*, [w:] *Cmentarz Salwatora*, s. 11–17.

Wójcik L. M., 2005, *Próba utworzenia Uniwersytetu we Wrocławiu w roku 1505*, Wrocław.

Wójtowicz M., 2007, *Dawne szpitale Wrocławia*, Wrocław.

Wójtowicz M., 2008, *Dawny szpital Wszystkich Świętych*, Wrocław.

Zlat M., 1958, *Rzeźbiarska i malarska dekoracja ratusza we Wrocławiu*, [w:] *Ratusz wrocławski*, red. M. Bukowski, M. Zlat, Wrocław.

Zlat M., 1967a, *Sztuka Wrocławia „more italico”: 1525–1560*, [w:] *Sztuka Wrocławia*, red. T. Broniewski, M. Zlat, Wrocław, s. 199–210.

Zlat M., 1967b, *Pod panowaniem manieryzmu i Niderlandów: 1560–1620*, [w:] *Sztuka Wrocławia*, red. T. Broniewski, M. Zlat, Wrocław, s. 223–230.

Zlat M., 1976, *Ratusz wrocławski*, Wrocław.

Żemigala M., 2008, *Cegła w budownictwie wielkopolskim w średniowieczu*, Łódź.

*ARCHAEOLOGY OF WROCLAW ARCHITECTURE.
NON-INVASIVE METHODS IN RESEARCH ON THE CONSTRUCTION
WORKSHOP OF THE TURN OF THE MIDDLE AGES
AND THE EARLY MODERN PERIOD*

Keywords: Wrocław, Middle Ages, Early modern period, archaeology, architecture, construction workshop, mortar analysis, brick, statistical analysis, chronological stratification.

Summary

The article presents the results of newer research on the Wrocław construction workshop in the second half of the 15th–early 17th century, conducted by the Institute of the History of Architecture, Art and Technology of the Wrocław University of Technology and the company Akme – Zdzisław Wiśniewski Sp. z o.o. Particular attention was paid to technical and technological analyses, verified by physicochemical methods in the years 2013–2014 by the Technology and Conservation Laboratory of the Wrocław University of Technology as part of the research project of the National Science Centre entitled ‘Cmentarz Salwatora – pierwsza nekropola wrocławskich protestantów’, led by prof. dr hab. Krzysztof Wachowski from the Institute of Archaeology of the University of Wrocław (*Cmentarz Salwatora* 2015).

The aim of the study was to create a modern archaeological key to dating Wrocław architecture through technical and technological, stratigraphic and archival analyses, as well as to verify existing findings in this field by physicochemical methods and statistical research. The research questionnaire emphasised the search for important workshop features, reflecting the turning points in the development of Wrocław architecture of the turn of the Middle Ages and the Post-medieval period (Mruczek 2015). There were selected 14 buildings relatively well lit by historical and archival sources or dendrochronologically dated, with an uncomplicated construction history. The relics of the Salwator church played a role of the ‘leading structure’ (Guszpit et al. 2010; Majdzik, Małecka, Pasalski 2012; Caban and Mruczek 2014; Gąsior et al. 2014; 2015; Bartz et al. 2015; Caban 2015a; 2015b; Guszpit, Mruczek, Kastek 2015; Mruczek 2015; Mruczek, Caban, Kastek 2015a; 2015b). Petrographic, thermal, SEM-EDS, XRD, granulometric, chemical, AAS and AES analyses were carried out for mortar samples. Statistical testing of bricks was performed using the experimental method by Mariusz Caban (Caban 2015; Chorowska, Caban 2015), referring to the experiences of Maria Żemigala (2008) and Tadeusz Poklewski.

In the light of the conducted research, amongst others, the presence of a set of workshop features, accompanying Wrocław late Gothic architecture, described in detail by Małgorzata Chorowska for the III period in the development of Wrocław burgher town-house (years around 1475–1526) (Chorowska 1994) was confirmed. Their connection with the modernisation of Wrocław’s roundel fortifications after the siege of the city in 1474 is indisputable, although these features have already appeared in earlier municipal projects and determining the lower limit of their occurrence still requires research. In the analysed material, another technical and technological turning point is beginning to appear around 1525–1575, associated with the appearance of new, northern Italian construction workshops in the city, perhaps using artificial pozzolan. The laboratory-confirmed

addition of (roasted?) basalt and granite may be an attempt to implement hydraulic mortars in Wrocław. Today, the turning point of around 1580, 1585–1600 is clearly perceptible and associated with the activities of Wrocław city architects: Friedrich Gross (1586–1589) and Hans Schneider von Lindau (1591–1606), associated with Gdańsk and late Renaissance architecture, responsible for works on Wrocław roundel fortifications. Definitely more homogeneous mortars from this time reflect changes in the way of lime preparation since around the mid-16th century. In turn, the change of the bond from single-header (Gothic, Polish) to Dutch, resulting in the abandonment of the traditional *opus emplectum* technique in favour of solid walls, previously placed around the middle of the 16th century, did not take place in Wrocław until around 1600. This process was quite complex. The gradual disappearance of burrs in the role of tie bricks, noticeable at the threshold of the Post-medieval period, could have been caused by much better bonding parameters of masonry mortars used at that time, as well as a considerable width of the walls. The idea of strong bonding of facing parts with the interior of the wall was implemented from the fourth quarter of the 15th century both with the use of rustic stone cladding with long tie bricks, as well as with the help of densely spaced wooden transverse braces with a characteristic shape of the ends in the form of double dovetails (after 1489/after 1492) or similarly profiled stone ties, which are part of the Mannerism ashlar linings with an ‘imprinted’ ornament (1585–1600). The results of comparative tests of mortars from the second half of the 15th–16th century with early medieval ones, obtained by M. Chorowska from the ducal castle in Ostrów Tumski (after 1166 to 1290), lead to the conclusion that these mortars are very homogeneous and are similar to the youngest amongst the ones tested as part of the masonry mortars project (around 1550 to 1600). Perceptible against this background, a certain technical and technological regression in the 14th–15th century was associated with the gradual disappearance of patronage of wealthy secular and church feudal lords and the rapid development of burgher investments, as well as the mass production of municipal brickyards for sale. Comparative analyses of the dimensions of bricks in Wrocław buildings erected in the second half of the 15th century and in the 16th century indicate workshop relations of some structures (Caban 2015, tables 1, 2; Mruczek, Caban, Kastek 2015b, fig. 1), and also confirm in many cases their chronological convergence, evidenced by historical and archival sources. The M. Caban’s method also showed the usefulness for verifying the chronological stratification of individual buildings, carried out based on classical stratigraphic analysis, with an emphasis on identifying the stages of the construction process (Mruczek, Caban, Kastek 2015a, fig. 2–4; 2015b, fig. 3, 4), where precise statistical analysis of the brick material enabled capturing numerous technological nuances that are impossible to notice and scientifically proven by observation alone. The works also referred to the issue of the European origins of Wrocław construction workshops of the 15th and 16th centuries. The presence of specialists from Lusatia, Bavaria, Switzerland, Lombardy and the Netherlands has already been demonstrated (Małachowicz 1975; Rozpędowski 1975). The mystery remain the origins of the unique design of the so-called the Job’s roundel from before 1486 associated with the activities of the workshop of Hans Bertold, working in the years 1463–1466 on the construction of the neighbouring Bernardine church. We see the continuation of this fortification idea in the original design of the roundel walls’ curtain at Plac Wolności (after 1489–after 1492), quickly abandoned in favour of two large roundels. South German, especially Bavarian (Nuremberg) solutions in the sphere of fortifications or very important Dutch experience in this field, known for example from Brabant architecture, such as the Beersel Castle or the fortifications of Brussels, require attention, which could be related to the centuries-old presence of the Walloon commune in Wrocław.